

T.C.
MİMAR SİNAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YAPI FİZİĞİ VE MALZEME ANA BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE DE
GELECEK YİRMİBEŞ YIL İÇİNDE BETON MALZEMENİN DURUMU

Şebnem SUNAR (İnş.müh.)

DANIŞMAN : Prof. Dr. Halit Yasa ERSOY

İSTANBUL-EYLÜL 2005

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
2. YAPI ALANINDA KULLANIMININ BAŞLANGICINDAN BUGÜNE BETON MALZEME	2
2.1. Beton Malzeme Tanımı	2
2.2. Bir Kompozit Malzeme Olan Beton ve Betonun Yapısı	3
2.3. Beton Bileşenleri	4
2.3.1 Çimento	4
2.3.2. Çimento sanayide kullanılan katkı maddeleri	10
2.3.2.1. Puzzolanik maddeler	10
2.3.2.2. Uçucu küller	11
2.3.2.3. Sülfatlar	11
2.3.2.4. Çimento hammaddeleri	11
2.3.3. Agregalar	17
2.3.4. Su	19
2.4. Beton Katkı Maddeleri	21
2.5. Polimer Beton	22
2.6. Beton Katkı Maddelerinin Özellikleri Ve Zamana Bağlı Kronolojik Gelişimi	25
2.7. Beton Malzemenin Avantajları Ve Dezavantajları	29
2.7.1 Beton malzemenin avantajları	30
2.7.2 Beton malzemenin dezavantajları	32
3. BETON MALZEMENİN ÇEVRE İLE OLAN İLİŞKİLERİ	33
3.1. Beton ve Çevre	33
3.1.1. Taşıma ve teslimde dikkat edilmesi gerekenler	34
3.1.2. Hazır beton üretimi ve çevre	35
3.1.3. Tesis tasarımı ve çevre	35
3.1.4. Temiz hava için beton	36
3.1.5. Beton diğer yapı malzemelerine oranla çevreyi daha az etkiler	36
3.2. Beton Üretim Tesislerinden Kaynaklanan Çevre Kirliliği ve Alınması Gereken Tedbirler	37
3.2.1. Hazır beton tesislerinden kaynaklanan çökebilen katı maddelerin su ortamına zararları	37
3.2.2. Hazır beton tesislerinden kaynaklanan katı atık kirliliği	38
3.2.3. Hazır beton üretim tesislerinden kaynaklanan hava kirliliği	38
3.2.4. Hazır beton üretim tesislerinin işletmesinde yapılması gereken diğer hususlar	39
3.2.5. Hazır beton tesislerinden kaynaklanan gürültü kirliliği	40
4. TÜRKİYEDE BETON ÜRETİMİ	41
4.1. Bölgelere Göre Beton Üretim Tesisleri Ve Miktarları	41
4.1.1. Marmara bölgesi	41
4.1.2. Ege bölgesi	46
4.1.3. İç Anadolu bölgesi	49
4.1.4. Akdeniz bölgesi	52
4.1.5. Karadeniz bölgesi	55
4.1.6. Güneydoğu Anadolu bölgesi	58
4.1.7. Doğu Anadolu bölgesi	60
4.2. Türkiye Beton Üretiminin Başka Ülkelerdeki Beton Üretimi İle Karşılaştırması	63
5. BETON MALZEMENİN DİĞER FARKLI YAPI MALZEMELERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI	66
5.1. Ahşap Malzeme	66
5.1.1. Ahşaba zarar veren etkenler ve bozulmalar	66
5.1.2. Beton ile ahşap malzemenin karşılaştırılması	68
5.2. Çelik Malzeme	69
5.2.1. Çeliğin avantajları	69
6. SONUÇ	75
7. KISALTMALAR	80
8. KAYNAKLAR	81

1. GİRİŞ

Çimento,su,agrega ve gerektiğinde bazı katkı maddelerinin birlikte karıştırılmaları ile elde edilebilen bir malzeme olan beton, kısa sürede içinde bulunduğu kalıbın şeklini alıp sertleşebilmektedir.

Beton malzeme , çağımızda irili ufaklı birçok yapıda kullanılmakta olan en yaygın malzeme durumundadır. Karıldıktan sonra, bir süre plastik özelliğini koruyabilen beton, istenilen şekil ve boyutlardaki kalıplara yerleştirilebilmekte ve böylece istenilen şekil ve boyutlardaki sertleşmiş beton eleman elde edilebilmektedir. Sertleşmiş beton, ahşap gibi yanmamakta, çelik kadar kolayca korozyona uğramamakta, kısacası çevrede oluşan yıpratıcı etkenlere karşı daha büyük dayanıklılık gösterebilmektedir. Çevre etkenlerinden korunmak için diğer malzemeler vernikleme,boyama ve benzeri uygulamalar gerektirirken sertleşmiş betonun bakım masrafı yok denilecek düzeyde olabilmektedir. Enerji harcanarak fabrikada üretilmiş olan çimentonun dışındaki diğer ana malzemelerden birisi olan su,ve beton hacminin yaklaşık %75 ini oluşturan agrega, tabiattan kolayca temin edilebilindikleri için beton üretimi hem daha kolay hem de ekonomik olabilmektedir.Bugün bu özelliklerinden dolayı beton, en çok tercih edilen inşaat malzemesi olarak görünmesine karşın gelecek yirmi beş yıl içinde de bu özelliğini koruyabilecek özelliklere sahip bir malzememidir.

Hazırlamış olduğum çalışmanın ilk kısmında betonun kullanılmaya başlandığı andan bu güne kadar hangi süreçlerden geçerek geldiğini ve ardından da beton malzemesini inceledim. “Beton geleceğin malzemesi olabilir mi” sorusuna yanıt bulmak için betonu oluşturan çimento,agrega ve suyun ülkemiz açısından üretim ve tüketim miktarlarını karşılaştırdım.Rezerv miktarları incelenmiştir.Beton malzemesini kendi ile aynı statüde olan ahşap ve çelik malzeme ile karşılaştırıp avantaj yada dezavantajlarını ortaya çıkarabilmeye çalışılmıştır.Son olarak ta beton malzemenin çevre ile ilişkisi incelenmiştir.

Bütün bu çalışmalar sonucunda beton malzemenin geleceğin inşaat malzemesi olup olmadığı yorumunu yapmaya çalışabildim.

2. YAPI ALANINDA KULLANIMININ BAŞLANGICINDAN BUGÜNE BETON MALZEME

Beton malzemenin gelecekteki yerinin belirlenebilmesi için, bu malzemenin geçmişten bugüne gelişiminin incelenmesinin gerekli olabileceğini, geçmişte hangi amaçlar için kullanıldığını, bugün ise hangi amaçlar doğrultusunda kullanılabildiğini araştırıp, gelecekteki inşaat malzemeleri arasındaki yerinin görülmesi sağlanabilmektedir.

2.1. Beton Malzemenin Tanımı

Beton, agrega, su, çimento ve gerektiğinde bazı katkı maddelerinin birlikte karılması ile elde edilen bir yapı malzemesidir

Beton agregaları minerallerden oluşmuş taneli malzemelerdir. Kum, çakıl ve kırma taş, normal ağırlıklı beton yapımında en çok kullanılan agrega cinsleridir. Türk standartlarının tanımlamasına göre, elendiğinde 4 mm göz açıklıklı kare delikli elekten geçebilen boyutlardaki agregaya, ince agrega ve bu elek üzerinde kalan agregaya, iri agrega denilmektedir. [1,2,4,5,6]

Çimento, bağlayıcı özelliğe sahip bir malzemedir. Çimentonun sağlayabileceği bağlayıcılık özelliği, bu malzemenin su ile birlikte karılması sonucunda elde edilmektedir. Çimento ve suyun oluşturduğu malzeme, çimento hamuru olarak adlandırılmaktadır.

Beton oluşturulmasında çimento hamurunun işlevi, agrega tanelerinin yüzeylerini kaplamak, agrega taneleri arasındaki boşlukları doldurmak ve agrega tanelerini bir arada tutacak tarzda bağlayıcılık sağlamaktır. O bakımdan beton çimento hamurundan ve agregalardan oluşan kompozit bir malzeme olarak da tanımlanabilmektedir.[3]

Çimento, su ve ince agreganın karışımından oluşan malzemeye harç denilmektedir. Harç içinde iri agrega bulunmayan bir betondur.

Çağdaş günlük yaşamda betonla karşılaşılmayan veya betondan yapılmış yapılardan yararlanmayan tek bir gün dahi yoktur.

2.2. Bir Kompozit Malzeme Olan Beton ve Betonun Yapısı

Betonun plastikliğini koruduğu süredeki durumuna taze beton denilmektedir. Betonun katılaşma olayından sonraki safhadaki durumu sertleşmiş beton olarak anılmaktadır. Taze beton kolayca kırılabilir, taşınabilir, yerleştirilebilir, sıkıştırılabilir ve yüzeyi düzeltilebilir olabilmelidir. Bu işlemler sırasında iri agregalarla çimento harcı arasında ayrışma olmamalıdır.

Yerine yerleştirilen taze betonun içersindeki suyun yukarıya çıkma eğilimi mümkün olduğu kadar az olmalıdır. Betonun homojen yapısı bozulmamalıdır. Ayrıca malzemelerin karılmasından hemen sonra plastik duruma sahip bir betonda, plastikliğin kaybolmasına kadar geçen sürenin uzunluğu (priz süresi) gerekenden daha uzun veya kısa olmamalıdır.

Basınç dayanımı, eğilme dayanımı, çekme dayanımı, tekrarlı yükler altında yorulma dayanımı, gerilme-birim deformasyon ilişkisi, elastiklik modülü, Poisson oranı, ısıl genişleme katsayısı, rötre (büzülme) sabit yükler altında sünme ve yoğunluk, betonda aranan önemli özelliklerdir.[3,4,5,18]

Gerek taze beton ve gerekse sertleşmiş betonun tüm özellikleri beton karışımının oluşturulmasında kullanılan çimentonun, agreganın ,suyun ve katkı maddelerinin özellikleri ve karışım içersinde yer almış oldukları oranlar tarafından etkilenmektedir.

Sertleşmiş betonun özelliklerini çok büyük ölçüde etkileyen başka faktörlerde bulunmaktadır. Bunlar taze betonun uygun tarzda taşınması yerine yerleştirilmesi sıkıştırılması, yüzeyinin düzgünleştirilmesi ve hidrasyonun sağlıklı şekilde yer alabilmesi için kür edilmesi (bakımı) işlemleridir. Sertleşmiş betondan beklenen özelliklerin elde edilmesi için bu işlemlerin uygun tarzda yerine getirilmiş olmaları gerekmektedir.

2.3. Beton Bileşenleri

Beton, çimento, su, agrega ve kimi zamanda ihtiyaca göre katkı maddeleri eklenerek elde edilen bir malzeme olup, betonu oluşturan bu bileşenler aşağıda alt başlıklar halinde sıralanıp anlatılmıştır.

2.3.1. Çimento

Jeolojik araştırmaların konusunu oluşturan ve çimento üretiminde kullanılan ana hammaddeler kireçtaşı, kil ve marndır. Bunlar jeolojide sedimenter kayalar olarak bilinirler ve herhangi bir jeolojik yasta olabilirler. Kireçtaşları yaygın olarak sedimenter kayaç şeklinde oluşur ve büyük formasyonlar oluştururlar. Avrupa da Devoniyen yaşlı kireçtaşları, Jura ve Triyas yaşlı kireçtaşları ile Kretase yaşlı kireçtaşları önem kazanmıştır. Kretase yaşlı kireçtaşları fosil içerikli olabilir ve metamorfizme etkisinde kalabilirler (mermer ve silisli kireçtaşları gibi). Bazıları da hem fosilli ve hem de kil-kalker karışımı şeklinde olabilir. Bunlar da kireçtaşı-kil oranına göre kireçli marn, killi marn yada marn adını alırlar. Bu kireçtaşları içerdikleri CaO , SiO_2 , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 miktarlarıyla doğal çimento olarak yorumlanabilmektedir.

Daha genç olan kireçtaşları mercan içerikli olabilir ve bunlar pekişmemiş kayalarla, pekişmiş kayalar arasındaki bir pozisyonda değerlendirilebilirler. Çimento klinkeri üretiminde kullanılabilen shell depozitleri bu gruba girmektedir.

Çimento üretimi için kullanılan kil mineralleri genellikle yumuşak ve gevsek yapıları materyallerdir. Bu materyaller tane boylarına göre sınıflandırılmaktadır (kil, silt, kum gibi). Kayaç tipindeki killi materyaller kili sist, seyl ve kristalin sistler şeklinde oluşabilirler. Granit, gnays bazalt ve bazaltik tüflerle puzzolanlar kil minerallerinin oluşumunda etkili olabilmektedirler.

Klinker üretimi için gerekli katkı maddeleri ise ham karışımın kimyasal bileşimini düzeltici yönde etkiye sahip, Fe, SiO_2 yada Al_2O_3 içerikli materyallerdir. Bunlara örnek olarak fırınlanmış pirit, düşük yüzdeli demir

cevheri, laterit, kuvarslı kum ya da metamorfik kayaların bozunmasıyla oluşan kuvarslı materyaller ve boksitler verilebilir.

Çimento üretiminde kullanılacak olan hammaddelerin uygunluk dereceleri onların kimyasal bileşimleriyle orantılıdır. Kireçtaşı bileşeni için kireç standardı bir kriter olarak kullanılmaktadır. Bu değer SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 gibi bileşenler hakkında bilgi vermekle birlikte CaO içeriği konusunda da aydınlatıcıdır.

Kil minerali olarak kullanılacak kayalarda silikat ve alümina oranı dikkate alınarak değerlendirilmektedir. Ham karışımda bulunan MgO, kloritler, sülfatlar ve alkalilerin oranı da çimento üretimi için önemli birer etkiye sahiptir.

Çimento üretiminde kullanılan hammaddeler, yardımcı maddeler ve puzolanik maddeler aşağıda genel olarak açıklanmıştır.[4,5,7]

Ana Hammaddeler;

a-Kireçtaşı

Kimyasal bileşiminde en az % 90 CaCO_3 (kalsiyum karbonat) içeren kayalara kalker yada kireçtaşı adı verilmektedir. Ayrıca mineralojik bileşiminde en az %90 kalsit minerali bulunan kayalara da kalker adı verilmektedir. Kalker saf halde kalsit ve çok az miktarda aragonit kristallerinden oluşur. Kalsit ve aragonit kalsiyum karbonatın iki ayrı kristal şekli olup, teorik olarak % 56 CaO ve % 44 CO_2 içerir. Ancak doğada hiçbir zaman saf olarak bulunmaz. İkincil derecede değişik madde ve bileşiklerin içinde yerelması nedeniyle orijinal halde sarı, kahverengi ve siyah renklerde de görülebilmektedir.

Kalkerin sertlik derecesi 3, özgül ağırlığı 2.5 – 2.7 gr/cm^3 arasındadır. Yeraltı sularında travertenler şeklinde, deniz yada tatlı sularda ise kimyasal organik veya mekanik çökeltme sonucu kalker yatakları oluşur. Oluşum süreçlerinden de anlaşılacağı üzere kalker üç ana grup altında toplanabilmektedir. Yaygın olarak oluşan kireçtaşlarının çoğu organik, kırıntılı ve kimyasal materyaller içermektedir. Kalsit (hegzagonal ve CaCO_3) ve aragonit (ortorombik CaCO_3) kristallerinin her ikisi de modern kireçtaşı

oluşumlarında yer alabilmektedir. Fakat Aragonit kristallerinin kalsit kristaline daha kolay dönüşebilmesi nedeniyle eski kireçtaşı oluşumlarında aragonit kristali bulmak çok güçtür.

b-Organik Kireçtaşları

Pek çok bitki ve hayvanın içerdikleri CaCO_3 ; organizmalar öldükten sonra kireçtaşını oluşturmak üzere çökebilmektedir. Bu organik kireçtaşlarının en önemlileri;

- Resital kireçtaşları Biyotermal kireçtaşları
- (Kabuk) Konkoidal kireçtaşları
- Mercan kireçtaşları Biostromal kireçtaşları
- Algli kireçtaşları
- Krinoidal kireçtaşları
- Foraminifer kireçtaşları Bazısı Biostromal, bazısı pelajik kireçtaşları
- Pelajik kireçtaşları ile az çok eşanlı olan tebeşir sist, Kretase'nin beyaz renkli ve ince taneli kireçtaşlarını temsil etmektedir. Tebeşire diğer jeolojik yaşlarda da (Tersiyer) rastlanabilmektedir.

c- Kimyasal Kireçtaşları

- Kimyasal kireçtaşlarının üç ana tipi vardır.
- Bir evaporit aralanmasına bağlı kireçtaşları (genelde Dolomitler)
- Olitik ve pisolitik kireçtaşları
- Kalk tüfler

d- Klastik Kireçtaşları

Mekanik olarak çökelen karbonat kayaçları daha önce oluşan kireçtaşları yada organik kireçtaşlarının parçalarının oluşturduğu depolanmalardır. Bazı araştırmacılar olitik kireçtaşlarını da bu gruba almaktadırlar. Bunların sınıflandırılması sedimenter kayaçlar için kullanılan tane boyu ölçeğine bağlıdır.

- Kalsirudit 2 mm ve yukarısı

- Kalkarenit 1/16 mm - 2 mm
- Kalsilutit 1/16 mm den küçük

Çimento üretiminde kullanılan kalker yataklarının kimyasal özelliklerinin yanı sıra fabrikaya yakınlığı, sökülebilirliği, kırılabilirliği, öğütülebilirliği ve pişebilir niteliklerde olması, düşük nem içermeleri ve homojen olmaları üretim maliyetini etkileyen önemli faktörlerdir. Bu nedenle bu faktörlerin saptanması üretim açısından çok önemlidir.

e. Kil

Kil teriminin geniş bir anlamı vardır. Hem bir kayaç terimi olarak, hem de tane boyu terimi olarak kullanılmaktadır. Kayaç olarak bozunma ürünleri yada hidrotermal olaylarla oluşmuş çökeller için kullanılan bir terimdir. Killerin kimyasal analizleri; silisyum, alüminyum ve sudan oluştuklarını göstermektedir. Demir, alkaliler ve alkali topraklarda değişik miktarlarda yer almaktadır.

Kil terimi; kayaç olarak doğal, topraklı, ince taneli ve su ile karışıklarında plastik özellikleri gelişen materyalleri içine almaktadır.

Kayaç oluşturan kil mineralleri değişik oranlarda bir kayaç içerisinde bulunabilirler. Ve bunlar killi kayaçların temel bileşenleridir. Genellikle kristalin formda ve küçük partiküller halinde oluşturmaktadırlar. Yukarıda da sözü edildiği gibi sulu alüminyum silikatlardır. Mineralojik bileşiminde % 90'a kadar kil minerali bulduran kayaçlara kil denilmektedir.

Killerin özellikleri en azından 5 temel faktör tarafından kontrol edilmektedir. Bunlar; kil minerallerinin ve kil minerali olmayan bileşenlerin bileşimi, organik materyaller, eriyebilir tuzlar ve değişebilen iyonlar ile yapı-doku'dur. Bunlar içerisinde en önemlisi, kil minerallerinin bileşimidir. Bir kil mineralinin ekonomik olarak kullanımı kil mineral bileşimi ile ortaya çıkarılmaktadır. Örneğin; seramik endüstrisinde yüksek sıcaklıklara dayanıklı olan bileşimler, petrol endüstrisinde sondaj çamurlarının hazırlanması için bentonit tipi bileşimliler istenebilmektedir.

Kil minerallerinin kesin bir sınıflandırılması yapılmamakla beraber aşağıda yapılan sınıflama, uygulamalarda geçerli olan bir sınıflamadır.

I- Amorf

Allofan grubu

II- Kristalin

a-iki tabakalı

a.1- Kaolinit grubu (Kaolinit, nakrit, dikit)

a.2- Halloysit grubu

b- ÜÇ TABAKALI

b.1.a- Montmorillonit grubu

Montmorillonit, sausonit ve vermikülit

b.1.b- Nontronit, saponit, hektorit

b.2- İlit grubu

c- düzenli karışık tabakalı

Klorit grubu

d- Zincir yapılı

Atapuljit

Sepiyolit

Paligorskit

Kil minerallerinin çoğu laboratuvar koşullarında sentez edilmiştir. Bu deneylerden, minerallerin oluşum ortamları ve çevresel koşullarla ilgili pek çok sonuç ortaya çıkarılmıştır. Düşük sıcaklıklarda asidik ortamlarda kaolinit, alkali ortamda Montmorillonit oluşabilmektedir.

Pek çok kil minerali hidrotermal kökenlidir. Bazı hidrotermal kökenli yataklar monomineralli olmasına karşın çoğu kil minerallerinin karışımından oluşmaktadır. Farklı tipteki kayaçların bozunmasına kil minerallerinin oluşumunda etkilidir. Kil minerallerinin oluşum şekilleri bir kaç tane faktör etkisindedir. Bunlar ana kayaç tipi, iklim, topografya, bitki örtüsü ve zamandır. Çimento sektöründe hammadde olarak kullanılan killer ise alterasyon ürünü metal oksitlerin taşınıp depolanma havzasında yığılmasından veya yerinde alterasyon örtüsü halinde Neojen, Pliye-Kuvaterner yaşlı alüvyonlarda, Neojen havzalarının üst düzeylerindeki karasal koşullarda oluşmuş çoğu killi ve kireçli topraklardır. Kaolin ayrı bir çalışma komisyonu tarafından

incelenmekte olup, çimento sektöründe düşük demiroksit içeren türleri kullanılmaktadır.

f- Marn

Kalker ve kilin doğada % 50-70 oranında kalker ve % 30-50 oranında kil karışımından oluşmuş kayaca marn denilmektedir. Oluşum bakımından tamamı ile sedimenter olup, diyajenez geçirmiş genellikle düzenli tabakalı olarak bulunur. Marn oluşumu için, daha çok tektonik ve orojenik hareketlerin durulduğu, sakin ortamlar daha uygundur. Çimento klinkeri ortalama % 70 kalker ve % 30 kil içeren hammadde karışımının öğütüldükten sonra yüksek sıcaklıklarda pişirilmesi ile elde edilmektedir. Marn doğal olarak bu bileşimi taşıdığından veya bu bileşime çok yakın özellikte bulunduğu için ideal çimento hammaddesidir. Ayrıca kalkere göre daha yumuşak olması nedeniyle kolay üretilmekte, kırma-öğütme sırasında enerji tüketimi düşük olabilmektedir.

g- Çimento Hammaddelerinin Sınıflandırılması

Çimento Sanayinde kullanılan ve KUHL tarafından CaCO_3 oranına göre yapılan sınıflandırma aşağıda verilmektedir.[4,6,7,18]

<u>% CaCO_3 oranı</u>	<u>Hammadde Adı</u>
99-100	Mermer
90-98	Kalker
75-90	Kalkerli Marn
40-75	Marn
10-40	Killi Marn
2-10	Marnlı Kil
0-2	Kil

2.3.2. Çimento sanayinde kullanılan katkı maddeler

Betonun ana bileşenlerinden biride çimentodur.Çimento özel üretim tesislerinde üretilen bir malzemedir. Çimentoya da özelliklerini arttırmak maksatlı katılan birtakım maddeler vardır. Bunlar puzzolanik maddeler, uçucu küller, sülfatlar diye sıralaya biliriz.

2.3.2.1. puzzolanik maddeler

Kendi başlarına hidrolik bağlayıcı olmayan ancak ince olarak öğütüldüklerinde nemli ortamda ve normal sıcaklıkta kalsiyum hidroksitle tepkimeye girerek bağlayıcı özellikte bileşikler oluşturan doğal veya yapay maddelerdir. Çoğu puzzolanik maddeler volkanik kökenli olup, en çok bilineni tüflerdir. Puzzolan terimi, Napoli Körfezindeki ve Züv Dağı yakınındaki Pozzuoli'den kaynaklanmaktadır. Almanya'da Rhenish trası ve Bavarian trası olarak bilinen benzer türdeki materyal çimento üretiminde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Fırınlanmış yağlı arduaz, daha az kullanılan diğer bir puzzolanik materyaldir. Diğer ülkelerde volkanik kayalar yanında, değişik silisli sedimenter yataklar, özellikle kizelgur içeren oluşumlar bu materyaller kapsamındadır. Puzzolanik maddelerin özelliği yüksek miktarda SiO_2 ve Al_2O_3 içermeleridir. Bu nedenle $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile tepkimeleri kolaydır. Bu yüzden bağlayıcı özellik gösterirler. Ülkemizde çimento sanayinde doğal puzzolanik katkı maddesi olarak, tras ve bazik nitelikli volkanik işlevlerin bir ürünü olarak oluşan doğal cürufur yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yapay olarak elde edilen yüksek fırın cürufu ve uçucu küller de katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Çimento maliyetlerinin düşürülmesi açısından katkı maddelerinin yüksek oranda katılabilir kalitede olmaları önemlidir. Puzzolanik aktivite değerleri ile çözülmüş kalıntı oranları, katılabilirlik oranını belirleyen faktörler olup, katilim oranı genelde % 10-30 arasında değişmektedir.[3,4]

2.3.2.2. uçucu küller

Uçucu küller ya da pulverize yakıt külleri, özellikle elektrik üretim tesislerinin pulverize kömür ile işleyen fırınlarının toz tutma ünitelerinden sağlanan materyallerdir. Küresel biçimde olup, SiO_2 , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 içerirler. Puzzolanik maddeler gibi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile tepkimelerinde hidrolik bağlayıcı nitelik kazanırlar diğer taraftan yanmış karbon kalıntılarını da içermesi olasıdır. Bu da çimentonun düşük direncine ve betonun dayanıklılığına olumsuz yönde etki yapar. Uçucu küllerin spesifik yüzeyi ne kadar büyükse reaktivitesi de o kadar yüksektir.

Pek çok uçucu kül için bu değer 1000-4000 cm^2/g arasında değişmektedir. Kül partiküllerinin tane boyu ise 0.5-200 mikron arasındadır. İri taneli uçucu küllerden istenen çimentoyu üretmek için jips ve portland çimentosu klinkeri ile öğütme yoluyla inceltilmesi olasıdır. Külün kalitesine ve özelliklerine bağlı olarak çimentonun yapısında bir katkı maddesi olarak % 30 oranında uçucu kül bulunabilmektedir.[4]

2.3.2.3. sülfatlar

Jips yada jips-anhidrit karışımını içeren değişik oranlardaki sülfat mineralleri son öğütme sürecinde portland çimentosu klinkerine katılabilmektedir. Sülfat üyelerinin eklenmesiyle çimentonun donma süresinin kontrolü daha kolay sağlanabilmektedir. Bu gibi materyaller çimentonun öğütülmesi sırasında % 3-5 oranında katılabilmektedir.

Jips ve anhidrit evaporit mineralleri olup, jipsin kimyasal formülü $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ anhidritin ise CaSO_4 'tür. [4,15]

2.3.2.4. çimento hammadde rezervleri

Çimento hammaddeleri, özellikle kalker sahaları ülkemizde yaygın olarak bulunmaktadır. Genelde rezerv yönünden herhangi bir sorun bulunmamaktadır. Ancak hammadde kullanım miktarlarının çok yüksek

olması, nakliye maliyetlerinin düşük olmasını gerektirdiğinden ana hammadde sahalarının fabrikaya yakın olması (en çok 5 km) büyük önem taşımaktadır. Ayrıca hammaddelerin kaliteli, kolay kırılabilir, öğütülebilir ve pişebilir özellikte olması, düşük nem içermesi, sahaların ocak işletmeciliğine uygun olması, dekapaj gerektirmemesi, tarım-orman alanları içinde olmaması hammadde maliyetlerinin düşük olmasını sağladığından hammadde etütlerinde esas alınması gereken kriterler olmaktadır.

Türkiye'de bulunan kireçtaşı rezervleri konusunda MTA tarafından yapılmış olan liste tablo 1'de verilmiştir.[20]

tablo 1. kireçtaşı yatakları

Yer	Rezerv (ton)	Kalite
Adana	117.000.000	Olumlu
Adana-Karaisalı	13-14 Milyon Ton	İyi
Ağrı	100-150 Milyon Ton	-
Ankara	11.337.500 ± % 20	-
Bolu-Gerede	5.000.000	-
Bursa-Gemlik	38.092.902 ± % 20	-
Diyarbakır-Hani	30-40 Milyon Ton	Olumlu
Elazığ-Cip köy	156.000.000	İyi
Gaziantep	40.000.000	Olumlu
İçel-Kıslaköy	80.000.000 m3	-
İçel-Silifke	8-10 Milyon Ton	Olumlu
Isparta	30.000.000	İyi
Kastamonu-Küre-İnebolu	550.000.000	-
Konya-İlgin-Sarılar	26.000.000	Olumlu
Konya-Bozkır-Kızılçayır	Rezerv bol	İyi
Konya-Beyşehir-Yeşildağ	410.000.000	İyi
Malatya-Hekimhan	150.000.000	İyi
Sivas	150.000.000	İyi
Sivas-Koyulhisar	125.000.000	Olumlu
Sivas-Tecerköyü	400.000.000	Olumlu
Sivas-Yıldızeli	37.500.000	İyi
Tokat-Niksar	1.500.000	Olumlu
Trabzon	3.5-4 Milyon Ton	Olumlu
Yozgat-Sefahatli	Bol	-
	168.000.000	-
	25.000.000	İyi

Yine MTA kaynaklarından âlinmiş çimento hammaddeleri rezervleri tablo 2'de verilmiştir.

tablo 2. çimento hammadde rezervleri

Yer	Rezerv x 106 Ton	Hammadde Türü ve Kalite
Adana-Yumurtalık	210	Kil
Adıyaman-Börkenek	92.5	Kalker (iyi)
Adıyaman-Beşeri Mah.	18	Marn
Adıyaman-Külküm ve Ağdiken	5	Marn
Amasya-Hamamözü	100	Kil
Ankara-Hasanoğlu	23.625	Tras
-Lalahan	25	Kalker (İyi)
-Hacılar	10	Marn
-Kazan	30	Kalker (İyi)
Antalya-Serik	2	Marn
Aydın	15	Kalker (İyi)
Artvin-Andavuç	5-8	Marn
Hopa-Çifte köprü-Hendek	173	Marn (İyi)
Bingöl-İllicalar-Uzundere	198	Kalker (İyi)
-İllicalar-AI Yenibaslar	90	Çim. Ham.
-Y.Alikirat	80	Çim. Ham.
Bitlis-Adilcevaz-Ahlat-Bahadere	2.5	Kalker(Kötü)
Bolu Civarı	18	Kalker (İyi)
Bursa-Gemlik	100	Kalker
Bursa-Kestel	7.5	Kalker
Bursa-Mudanya	17	Kalker
Çanakkale-Gökçeada-Beyazdağ	100	Kalker
	120	Kalker
	720	Kalker+Kil
	30	Kil
	30	Marn
	280 m3	Kalker
	60	Kalker
	10	Marn
	2.5	Kalker

Çanakkale-Gökçeada		Kalker+Marn
Çankırı-Korgun	Milyonlarca Ton	Kalker
Çankırı	90-100	Marn
Çorum-Mecitözü	Yüz milyonlarca Ton	Çim. Ham.
Denizli	Milyonlarca Ton	(Kötü)
Diyarbakır-Ergani-Hosan	1.298	Tras
-Ergani-Ahurlar	5.250	Çim. Ham. (İyi)
Edirne-Lalapaşa	13	Kalker
Erzurum-Aşkale-Kagdariç	463	Kil
Erzurum-Tekman-Mescitli	59	KÇT
Eskişehir	20.7	Kil
Giresun-Dereli-Yumurca	18	KÇT (İyi)
Gümüşhane-Kale-Tahis	12	KÇT (İyi)
Lorikas-Y.Kov-Bahçevik-	30	Çim. Ham.
Sigirtayagı	Yeterli	Çim. Ham.
Bahçecik-Tekkeköy	30-40	KÇT
Hatay-İskenderun-Samandağ	47	Kil
Hatay-İskenderun-Gölbaşı	9.2	Kil
İçel-Silifke-Tabucu-Karadağ	64	Kil
İçel-Domursarnıcı Tepe	24.5	KÇT
Ufuk tepe	125.3	Çim. Ham.
İçel-Sivri belen Tepe	75	KÇT
İstanbul Dolayı	4.000	Kil
İzmir Dolayı	480	Marn
K.Maraş-Afşin-Elbistan	1.200	Marn
	900	KÇT
	200	KÇT
	6	Marn
	33.6	Marn
	52	Marn
	25.5	Çim. Ham.
	117.2	Kalker (KÇT)
	14.3	Kil

Yer	Rezerv x 106 Ton	Hammadde Türü ve Kalite
	3.8	KÇT
	Yeterli Miktarda	
Kastamonu-İnebolu-	100	KÇT
Çaydüzü	50	Marn
-Abana	114	KÇT
-Araç	40	Kil
Kayseri-Bünyan	42	Kil+Marn
Kırşehir-Ömerhacılı-	100	KÇT
-Yazıpınartepe	100	Killi KÇT
-Meseköy	1.5	Alçıtaşı
-Çadır-Hacıyusuf	Yeterli	Killi KÇT
Kırşehir Bölgesi	Zengin	Killi KÇT
Kocaeli-Dil iskelesi	Zengin	Killi KÇT
Kütahya-Emet	Milyonlarca Ton	KÇT
Kütahya-Göbel güneyi	2	Kil
-Demir bilek-Tunç bilek	135	Killi KÇT+Marn
Beye ve Önerli Köyleri	11.5	Kalker
Malatya-Darende	60 m3	Kalker
Manisa-Akhisar	70 m3	Killi Marn
Manisa-Alaşehir-Yeşilyurt-	25,30	Kalker
-Konaklar	Yüzlerce milyon Ton	Kil+Marn
-Toptepe	630	KÇT
Manisa-Soma güneyi	350-400	Marn
Manisa-Kısrakdere	10	Kalker
Mardin-Kızıltepe-Kocalar K.	4-5	Kil
-Nusaybin-Durabaşı K.	30	Traverten
-Yeşilli Köy	50	Killi Marn
	140	KÇT
	18	Marn
	140	Marn
	30	KÇT
	30	KÇT

Yer Rezerv x 106 ton Hammadde Türü ve Kalite

Muğla-Milas ve Yatağan-Sekköy	Zengin	Çim. Ham.
Akyol sahası	1.6	KÇT
Muş-Arıncık K.-Karyemez Tepe	1.8	KÇT
Aksan Köyü-Giresun tepe	217	Killi Marn
Taşbağa Tepe	200	Kil
Kayamaz	220	Çakıllı Marn
Muş-Arter yamaçları	350	Çakıllı Marn
Nevşehir-Ürgüp	1.400	Marn
Çökek ve Ulaşlı K.	7	Kil
Samsun-Lâdik-Akpınar M.	29	Marn
Körükülere M.	52	KÇT
Hasanağacı M.	780	KÇT
Vezirköprü-Korkucak	8.4	Kil
Siirt-Kurtalan	39	Kil
Tokat dolayı	36.8	Tras
Niksar	54	Alçıtaşı
Trabzon-Yomra	54	KÇT
-Rus yolu	11.4	Kil-KÇT
Erzurum-Trabzon Yolu	50	Marnlı KÇT
S.Urfa-B.Kargılı-Kızımtepe	Milyonlarca Ton	Kalker+Marn
Kılavuz T-Kırmızı T.	37-39	Kil
Yozgat-Şefaati	15-27	Çim. Ham.
Yozgat-Sarayköy	Milyon Ton	Çim. Ham.
Zonguldak-Ereğli	36.3	Çim. Ham.
-Bartın	72.2	Çim. Ham.
-Boğazköy-Gürpınar	11.2	KÇT
-Aladağ-Gözlüce	9.5	Kalkerli Marn
-Karlıca	10	Marn+Kil+KÇT
	Zengin	Marn
	20 *	Kil
	10 *	Kalker
	8 *	Marn+KÇT
	4.6 *	Kalker+Marn+Kil

* Yaklaşık Değerlerdir

2.3.3. Agregalar

Beton üretiminde kullanılan kum, çakıl, kırmalaş gibi malzemelerin genel adı agregadır. Beton içinde hacimsel olarak %60-75 civarında yer işgal eden agrega önemli bir bileşendir. Agregalar tane boyutlarına göre ince (kum, kırma kum. gibi) ve kaba (çakıl kırmalaş... gibi) agregalar olarak ikiye ayrılır. Agregalarda aranan en önemli özellikler şunlardır:

- Sert, dayanıklı ve boşluksuz olmaları,
- Zayıf taneler içermemeleri (deniz kabuğu, odun, kömür... gibi)
- Basınca ve aşınmaya mukavemetli olmaları,
- Toz, toprak ve betona zarar verebilecek maddeler içermemeleri,
- Yassı ve uzun taneler içermemeleri,
- Çimentoyla zararlı reaksiyona girmemeleridir.

Agreganın kirli (kil, silt, mil, toz,...) olması aderansı olumsuz etkilemekte, ayrıca bu küçük taneler su ihtiyacını da arttırmaktadır. Beton agregalarında elek analizi, yassılık, özgül ağırlık ve su emme gibi deneyler uygun aralıklarla yapılarak kalite sürekliliği takip edilmelidir. Betonda kullanılacak agregalar TS 706'ya uygun olmalıdır. Agregada standartları tablo 3 te gösterilmiştir. Betonun oluşturan malzemeler içerisinde en büyük orana (yaklaşık % 75) sahip olan agrega (kum, çakıl, kırmalaş ..), doğal kaynakları giderek tükenen ve standartlara uygun, temiz, kaliteli örneklerinin bulunması güç bir malzeme olarak, hazır beton sektöründeki stratejik önemini her geçen gün artırmakta. 1999 yılında İstanbul'da düzenlenen II. Ulusal kırmalaş Sempozyumu'nda dile getirildiği gibi, bu alanda ciddi planlamalar yapıp, önlemler alınmazsa, yakın gelecekte, agrega ithali bile söz konusu olacak gibi gözükmektedir. Aslında, Marmara Bölgesi başta olmak üzere, ülkemizde pek çok taş ocağı "beton agregası" üretme amacıyla faaliyette bulunuyor. Ancak, bunların çok azı yaptığı işin bilincinde; çok azının standartlara uygunluk belgesi, buna uygun donanımı ve kalifiye personele sahiptir.[1,2,3,4]

Tablo 3 agrega standartları tablosu			
DENEYLER	KABUL LİMİTLERİ	DENEY STANDARDI	AÇIKLAMALAR
Tane Şekli	8 mm üzerindeki yassı ve uzun taneler ağırlıkça %50'den çok olmalıdır.	TS-3614	Tanenin en büyük boyutunun en küçük boyutuna oranı 3'den büyük olan tanelere kusurlu tane denir.
Tane Dayanımı	Bilyalı tamburla 100 dönüş sonunda ağırlıkça max %10.500 dönüş sonunda max %50 olacak.	TS-3694	
Dona Dayanıklılık (Sodyum Sülfat)	İnce agregalarda max %15 kaba agregalarda max %18	TS-3655	
Sertleşmeye Zarar Veren Maddeler	Şeker, mika ve çözünen tuzlar mevcut olmayacak	TS-3821	İncelenen agrega ile yapılan betonun basınç dayanımı, karşılaştırılmalı beton basınç dayanımının %85'inden daha düşükse, agregada betonun sertleşmesine zarar veren maddeler bulunduğu varsayılır.
Kükürtlü Bileşikler	SO ₃ olarak saptanan sülfat miktarı max %1	TS-3674	Kükürtlü bileşikler (alkali sülfatları, jips ve anhidrit gibi) betona zararlıdır.
Çeliğe Zarar Veren Maddeler	Suda çözünen klorürler klor olarak saptandığında, max%0,2 olacak	TS-3732	
Alkali Agregası	Alkali hidroksit ile reaksiyona girebilen silisli mineraller (kristobalit, tiridimit, opal vb.) ve taşlar (opalli kumtaşı, obsidiyen, çakmaktaşı vb.) bulunmayacak.	TS-3332 TS-2517	Harç çubukları boy uzaması 6 ayda max %0,5, 1 seneden max %1 olmalıdır. (TS-3322) Kimyasal yöntemde zararsız bölgede olmalıdır. (TS 2517)
Yıkanabilir Maddeler	63 mikron elekten geçen 0/4 mm arası max %4, 1/4 mm arası max %3, 2/8 mm arası max 24/63 mm arası max %0,5	TS-3527	
Organik Kökenli Maddeler	Sodyum Hidroksit ile yapılan deneyde sıvı rengi koyu sarı, kahverengi veya kırmızı olmayacak	TS-3673	
Hafif Maddeler	Kömür veya diğer şişen malzemeler 20kg/dm ³ sıvıda yüzdürüldüğünde ağırlıkça %0,5'den fazla olmayacak.	TS-3528	

Bunlar, hizmet vermeyi hedefledikleri beton üreticilerine yararlı olmadıkları gibi, bilinçsiz ve ilkel üretim yöntemleriyle çevreyi de onarılmaz tahribatlara uğrattıyorlar. Mevzuattaki karışıklık ve boşluklar da buna eklenince, konu içinden çıkılmaz bir hal alabilmektedir.

Bugün pek çok beton üreticisi kuruluş piyasadan standartlara uygun, kaliteli agregayı uygun koşullarda temin edemedikleri için yan birimler ya da şirketler kurup, taş ocakları işleterek, agregayı doğrudan üretme yoluna gidebilmektedirler. Amaç, yalnızca betonun kendisinin değil, beton karışımına giren çimento dışındaki diğer malzemelerin de (agrega, katkı vb) kalite sürecini izlemek ve bunu belgelemek; Türkiye Hazır Beton Birliği, üyelerinin, beton karışımına giren ve dışarıdan temin ettikleri tüm malzemelerde standartlara uygunluk belgesi aramalarını, standartlara uygunluğu belgelenmeyen beton karışım malzemelerini tercih etmemelerini öngörüyor. Agregada üretim ve kullanımında standardizasyonun temini ve sektörde yaşanan sorunların çözülebilmesi açısından bir Agregada Üreticileri Birliği'nin (AGÜB) kurulması ve hazır betonda olduğu gibi, agregada üretiminde de, standartlara uygunluğu ve kaliteyi hedefleyen bilinçli üreticilerin bir araya gelmesi sektörün geleceği açısından kuşkusuz önemli bir gelişme olabilecektir.

2.3.4. Su

Beton ile ilgili işlemlerde suyun değişik işlevleri vardır.

a-Karışım suyu olarak, çimento ve agregayla birlikte karılarak beton üretimini sağlamak

b-Kür suyu olarak yerine yerleştirilmiş olan betonun yüzeyini ıslak tutarak içerisindeki suyun buharlaşmasını önlemek böylece betonun içerisinde kimyasal reaksiyonların gelişebilmesi için yeterli miktarda suyun bulunabilmesini sağlamak

c-Yıkama suyu olarak beton karışımına girecek agregaların yıkanması ve betonun karılma işlemi tamamlandıktan sonra betonyerin temizlenmesini sağlamak

Bu işlemlerin her birinde özellikle beton karışımının hazırlanmasında kullanılacak suyun uygun kalitede olması, beton özelliklerini olumsuz etkileyebilecek yabancı maddeleri içermemesi gerekmektedir.

Karışım suyu bilindiği gibi, çimento ve agreganın yanı sıra betonu oluşturan bir diğer temel malzemedir. Beton malzemelerin karılmasında kullanılan karışım suyunun iki önemli görevi bulunmaktadır.

a-Çimento ile birleşerek hidrasyonun yer almasını sağlamak

b-Betonun karılma işleminde agrega ve çimento tanelerinin yüzeyini ıslatarak üretilen taze beton karışımında istenilen işlenebilmeyi sağlamak

Beton üretiminde kullanılacak karışım suyunun kalitesi ve miktarı betonun özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Beton karışımında kullanılacak suyun içerisine istenmeyen miktarlarda yabancı maddelerin yer alması durumunda çimento ve su arasındaki kimyasal reaksiyonların hızı ve hidrasyonun ne ölçüde gerçekleşebileceği etkilenmektedir. Buna bağlı olarak taze betonun priz süresi sertleşmiş betonun dayanımı ve dayanıklılığı etkilenmiş olmaktadır. Ayrıca betonarme yapılardaki betonun içerisinde yer alan demir donatılar daha kolay ve daha çok miktarda korozyon gösterebilmektedir.

Betonda istenilen dayanımın ve dayanıklılığın elde edilebilmesi için betonun içinde yer alan su ile çimento arasındaki reaksiyonların engellenmemesi gerekmektedir. O nedenle yerine yerleştirilmiş olan taze betonun içerisindeki suyun buharlaşarak azalmaması için taze betona ilk bir-iki hafta süre ile çeşitli kür yöntemleri uygulanmaktadır. Bu yöntemler arasında en çok kullanılanı beton yüzeyinin sulandığı veya ıslak bezlerle örtülü tutulduğu yöntemdir.

Kür suyunun kalitesi, beton suyunda yer alacak suyun kalitesi kadar önemli olmasa da, kür suyu olarak kullanılacak suyun içinde betona zararlı kimyasal olaylara yol açacak veya beton yüzeyinin lekelenmesine neden olacak yabancı maddelerin yer almaması gerekmektedir.

Beton yapımında kullanılacak olan agregalarda bulunabilecek kil ,silt,organik madde gibi yabancı maddeler beton özelliklerini olumsuz etkiledikleri için agregaların beton yapımı öncesinde yıkama işlemine tabi tutulmaları gerekmektedir.

Şehir ve kasabalardaki yapılar için üretilen betonların karışımında genellikle belediyeler tarafından sağlanan içilebilir nitelikteki musluk suları

kullanılmaktadır. Kırsal kesimdeki çeşitli yapıların beton karışımında kullanılan sular çeşmelerden, kuyulardan, derelerden, göllerden temin elde edilebilmektedir. Suların içinde bulunabilecek bazı yabancı maddeler şunlardır. Kil, silt, yosunlu madde, şeker, kalsiyum, magnezyum, sodyum klorür, sülfat, değişik türdeki tuzlar, asitler ve yağ.

2.4. Beton Katkı Maddeleri

Beton karışımını oluşturmak üzere kullanılan temel malzemelerin, karılma işleminden hemen önce veya karılma işlemi esnasında beton karışımının içerisine katılan malzemeye beton katkı malzemesi denilmektedir.

Lifli beton elde edebilmek amacı ile betona katılan çelik veya cam lifler veya polivinil asetat, polivinil klorür gibi polimer lateksler yukarıdaki tanımın dışında tutulmaktadır. Ayrıca katkılı çimento üretiminde veya hava sürükleyici çimento üretiminde kullanılan katkı malzemeleri yukarıdaki tanımda belirtilen betonun karılmasından önce veya karılma esnasında katılma koşuluna uymadıkları için beton katkı maddesi olarak anılmamaktadır .[3,4,5,15]

Beton katkı malzemeleri betonun bazı özelliklerini değiştirerek performansını arttırabilmek veya betonun daha ekonomik olmasını sağlayabilmek için kullanılmaktadır.

Değişik amaçlarla kullanılmak üzere değişik malzemelerden özel patentlerle ve değişik isimlerle üretilmiş olan binlerce katkı maddesi bulunmaktadır.

Beton katkı maddelerini dört ana grup altında toplamak mümkündür.

a-Kimyasal Katkı maddeleri

Beton teknolojisinde kimyasal katkı maddeleri su içerisinde erime özelliği gösteren katkı maddeleri olarak tanımlanmaktadır.

Beton karışım suyu ihtiyacını azaltan katkılar, taze betonun priz almasını geciktiren katkılar ve priz almasını hızlandıran katkılar kimyasal katkı maddeleri olarak anılan katkı grubu içerisinde yer almaktadır.

b-Hava sürükleyici katkı maddeleri

Beton karışımının içersine katıldıklarında çimento hamurunun içersinde birbiri ile bağlantısı olmayan çok küçük ve kararlı hava kabarcıkları oluşturan katkı maddeleri hava sürükleyici katkı maddeleri olarak tanımlanmaktadır.

Hava sürükleyici katkı maddelerinin tümü su içersinde erime gösteren türde değildir. O nedenle bu tür katkı maddeleri ayrı bir grup olarak sınıflandırılmaktadır.

Hava sürükleyici katkı maddeleri betonun dona karşı dayanıklılığını arttırmak amacı ile kullanılmaktadır.

c-İnce Taneli mineral katkı maddeleri

Beton yapımında genellikle kullanılan mineral katkı maddeleri, uçucu kül, silis dumanı, tras, granüle, yüksek fırın cürufu gibi puzolanik özellikli maddelerdir.

Betonda kullanılacak mineral katkı maddelerinin mutlaka çok ince taneli durumda olmaları gerekmektedir.Uçucu kül ve silis dumanı, çok ince taneli puzolonik malzemeler olarak elde edilmektedir.Tras ve benzeri doğal puzolanları veya granüle yüksek fırın cürufunu beton katkı maddesi olarak kullanabilmek için bu maddeler, öğütülerek ince taneli duruma getirilmektedirler.Puzzolonik malzemelerin dışında, taş unu gibi puzzolonik özellik taşımayan ince taneli malzemelerde katkı malzemesi olarak kullanılabilir.İnce taneli mineral katkıları betonun işlenebilmesini, dayanımını, dayanıklılığını ve ekonomikliğini arttırmak amacı ile kullanılmaktadır.

d-Değişik Tiplerdeki diğer katkı maddeleri

Yukarıdaki üç grup dışındaki bütün katkı malzemeleri bu grup altında toplanmaktadır. Korozyon önleyici katkıları, nem önleyici katkıları, su geçirgenliği azaltan katkıları, renklendirici katkıları, bu grup içersinde yer alan bazı katkı maddeleridir.[3,4,5,15]

2.5. Polimer Katkılı Beton

Polimer katkılı betonlar, geleneksel harç ve betondaki suyla karıştırılmış bağlayıcının bütününün veya bir kısmının polimerlerle yer

değiştirmesi ile veya çimento hidrate bağlayıcının polimerlerle güçlendirilmesi ile elde edilen bir malzemedir. Bu başlık altında, polimerlerin genel özelliklerinden ve polimer katkı betonların üretiminde kullanılan polimerlerden bahsedilmektedir. Polimer maddeler dev moleküllerden meydana gelmiş olan hidrokarbonlardır. Yani esasları karbon ve hidrojen atomlarıdır. Ancak bileşimlerinde O, N, Cl, S gibi metaller ve yumuşak metallerde girebilir. Hatta Na, K gibi alkali metal içerenlerde (Polielektrolit) vardır. Polimerlerin ana maddeleri kömür ile pamuk ve odun gibi selülozik maddeler, petrol ve doğal gazlardır.

Beton –polimer harç ve betonları, üretim teknolojisi prensiplerine göre genel olarak 3 grupta toplanmışlardır.

- 1-Polimer çimento harcı ve polimer portland çimento betonu
- 2-Polimer harcı ve polimer betonu
- 3-Polimer emdirilmiş harç ve polimer emdirilmiş beton şeklindedir.

Portland çimento bağlayıcılı normal betonun zayıf yönlerini giderebilmek için çeşitli polimer katkı maddeleri kullanmaya yönelik bir takım çalışmalar yapılmaktadır. Bunlardan birisi de normal portland çimentolu betona lateks, toz halindeki emülsiyonlar, suda çözünebilen polimerler, sıvı reçine ve monomerler gibi polimer katkı maddeleri katılarak yapılan polimerlerle geliştirilmiş çimentolu harç ve betonlardır.

Mukavemet, deformasyon kabiliyeti, yapışma, geçirimsizlik ve dayanıklılık gibi özellikleri iyileştirmek için harç ve betonlarda bir polimer emülsiyonu kullanımı yaygınlaşmaktadır. Ayrıca lif takviyeli çimento ve betonun işlenebilirlik, kuruma rötresi ve dayanıklılık özelliklerini iyileştirmek veya polimerlerle geliştirilmiş harç ve betonun eğilme mukavemetini, sertliğini ve darbe dayanımını arttırmak amacı ile çelik, cam ve polimer ve karbon lifleri kullanılarak lif takviyeli polimerlerle geliştirilmiş çimento ve beton üretilmiştir. Özellikle cam yünü katkı karışımlar durabilitenin arttırılmasında etkilidir. Son yıllarda dünyada Stiren-bütadyen, poliakrilik ester, poli (vinilidenklorit-vinil klorit), poli (etilen-vinil asetat) ve povinil asetat lateksin yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. [3,4,12,19]

Polimer portland çimento betonlarının doğmasına neden olan teknik gereksinimler şu şekilde özetlenmiştir.

- 1-Beton malzemenin tokluğu ve sünekliği arttırılmalıdır.
- 2-Betonda geçirimsizlik geliştirilmelidir.
- 3-Beton eski betona, agregalar çimento hamuruna, beton çeliğe daha iyi yapışmalıdır, yani aderans kabiliyeti geliştirilmelidir. Bu tür amaçlar yerine getirilirken betonun mekanik mukavemeti düşmemelidir.

Bu koşullar lateks türü polimerleri gündeme getirmiştir.

Polimer lateksler, suda dağılı çok küçük (çapı 0,05-0,5m) polimer parçacıklarından oluşan genellikle emülsiyon polimerizasyonu ile elde edilmektedir. Genellikle polimer lateks iki veya daha farklı monomerlerden oluşan kopolimer sistemdir. Toplam katkı miktarı, polimer , emülsiyon haline getirici , stabilize edici vs. dahil ağırlıkça %40-%50'dir. Lateksler kurduğunda sürekli bir polimer film oluşturan termoplastik ve elastomerik esaslı polimerlerdir.

Çimento harçlarında ve betonlarda kullanılan polimer esaslı katkı maddelerini şu şekilde sınıflandırabiliriz.

a-Çözelti halindeki (veya suda çözünebilir durumdaki) polimerler

- .Polielektrolitler (poliakrilamid, poliakrilonitril)
- .Selüloz ve nişasta eterleri (metil selülöz, etil selülöz)

b-Dispersiyon halindeki polimerler

- .Polivenil asetat ve kopolimerleri
- .Kaucuk ve benzeri polimerler ile bunların kopolimerleri
- .Akrilikler ve kopolimerleri (metil metarilat)
- .Viniller ve kopolimerleri (vinilid klorür)

3-Dispersiyon veya çözelti halindeki reçinalar

a. Formaldehidli reçinalar (fenol formaldehid, melamin formaldehid)

b. Diğerleri (poliester reçinası/strin, epoksi reçinası, amin).

Birinci gruptaki polimerler daha çok çimento şerbetlerinde, çok sulu hazırlanması gereken betonlarda ayrışmayı önlemek için

İkinci gruptaki polimerler çimento harcı ve betonun işlenebilirliğini, çekme dayanımını, esnekliğini, aşınma ve kimyasal etkilere karşı mukavemetini arttırmak ve eski beton yüzeylere iyi tutunması sağlamak için

Üçüncü gruptaki polimerler ise betona aşırı akışkanlık kazandırmak ve betondaki su miktarını azaltmak ve dolayısı ile mukavemetini arttırmak için kullanılmaktadır.[12,19]

2.6. Beton Malzemenin Özellikleri Ve Zamana Bağlı Kronolojik Gelişimi

İnsanoğlunun, yeryüzündeki varlığını sürdürebilmesi için beslenmeden hemen sonra karşılaşmak zorunda olduğu barınma ve ortak yaşam alanları oluşturma gereksinimi uygarlık tarihindeki önemli gelişmelerin de itici gücü olmuştur. İlkel çağların mağaralarında başlayıp, günümüzün devasa gökdelenlerine kadar gelen bu süreçte büyük ilerlemeler kaydedilmesini sağlayan iki temel buluştan söz etmek mümkündür. Çimento ve beton çimentonun doğal hammaddesini oluşturan ilk rezervler, milattan tam 12 milyon yıl önce bugün İsrail in bulunduğu topraklarda oluşmaya başladı. İnsanlık tarihinde, beton benzeri karışımların kullanıldığı ilk yapılar ise milattan önce 5600 yıllarında ortaya çıktı. Milattan önce 3000 yıllarında Mısır piramitlerinde ve Çin Seddi'nin yapımında kireç ve alçı esaslı harçlar kullanıldı. Romalılar kireci ve İtalya'nın Pozzuoli bölgesine yakın bir yerde buldukları volkanik külü bir araya getirip bağlayıcı malzeme olarak kullandılar ve buna puzzolan çimento adını verdiler. Şu anda İtalya da bulunan pek çok önemli Roma yapısı ve yaklaşık 8000 km Roma yolu bu malzeme ile yapıldı. Milattan sonra 27 yılında, Romalı Pollio Vitruvius'un mimari ile ilgili kitaplarında ilk kez betonun özelliklerinden bahsedildi. Bundan 500 yıl sonra insanlık tarihinin en önemli yapılarından biri olan Ayasofya'nın yapımında beton kullanıldı. 1000 li yıllara doğru ise Orta Asya ve Anadolu da Türkler ve Persler kullanıldığı bazı yapı örnekleri bugünde ayakta olan Horasan Harcı adlı çok güçlü bir bağlayıcıyı geliştirdiler. Bugünkü anlamı ile çimentonun, betonun be betonarmenin ortaya çıkması için ise 19.yy beklenmesi gerekti. 1812 yılında Fransa da Louis Vicat ilk yapay çimentoyu üretti. 1824 yılında

İngiliz Joseph Aspdin portland çimentosunu geliştirdi.1850 yılında Fransız bahçıvan Joseph Monier daha sağlam saksılar üretmek için betona demir çubuklar ekleyince betonarme ortaya çıktı.[2,4,5,10,16,22]

Bu buluşların ardından çimento ve betonun ürün özelliklerine ve kullanımına ilişkin yenilikler birbiri ardına geldi.1879 yılında İskoçya da portland çimentosu kullanılarak ilk beton yollar yapıldı. Bunu 1189 yılında Fransa da yapılan ilk betonarme köprü izledi.1902 yılında Fransız mimar August Peret ilk apartman binasını tasarladı ve inşa etti. Bu yapı yük taşıyan duvarlar yerine kolon, kiriş ve döşemelerin kullanıldığı ilk yapı olarak inşaat biliminde önemli bir yenilikti. 19.yy ve 20yy başlarındaki bu öncül çalışmalardan sonra çimento endüstrisinde ve beton teknolojisinde büyük gelişmeler sağlandı ve kimyasal, mineralojik ve mekanik yönden çimento ve beton alanında ileri düzeyde bilimsel araştırmalar yapıldı ve hala yapıla gelmekte. Bu endüstri dalındaki gelişmeler üç ana grupta toplanabilir. Çimento türlerini arttırmak, endüstriyel atıkları çimento ve beton üretiminde değerlendirmek kimyasal katkılarla betonlara belirli özellikler kazandırmak. Bu çalışmalarda ekonominin sağlanması, beton dayanım ve dayanıklılığının yükseltilmesi daima yönlendirici faktörler oldu. Portland çimentosu klinkerinin bir bölümünü doğal puzolanlarla ikame etmek ekonomik açıdan önemli ölçüde bir yarar sağladığı için çimento türlerinin çeşitlenmesinde ve üretilmesinde öncelik taşıdı. Doğal puzolanlara ülkemizde Alman inşaat kültürünün etkisi ile tras adı verilir ve doğal puzolan ikameli çimentolara da traslı çimento denilir. Tras oranı %15 ile sınırlanınca üretilen çimentonun adı katkılı çimento olmaktadır.Belli niteliklere sahip özel çimentolar arasında genişleyen (expansive) çimentolamış, çabuk priz yapan ve sertleşen çimentoları, beyaz çimentoyu, yüksek sülfatlı çimentoları, petrol kuyuları çimentoları,alüminli çimentoları sayabiliriz.Alüminli çimento dışındakilerin tümünün içinde portland çimentosunun klinkeri mevcuttur.

Çimento türlerini çeşitlendirmedeki çabalar 20 yy. teknolojik alanındaki baş döndürücü hızına paralel bir gelişme içine girmiştir. Bu paralelliği saptamak oldukça ilginçtir. Aşağıda bu konuya kısaca değinilmiştir.

Metaluji alanındaki gelişmeler çimento ve beton endüstrisinde kullanılacak yan ürünlerin yani endüstriyel atıkların elde edilmesine yol açmıştır. Bunların ilki çelik ve diğer metallerin üretiminde oluşan cüruftur. Özellikle çelik yüksek fırınlarının cürufları puzzolanik nitelikleri ve düşük düzeydeki bağlayıcılıkları nedeni ile çimento sanayine giren ilk endüstriyel atıklardır.

Elektrik enerjisi gereksinimi kömürle çalışan termik santrallerin sayısını ve kalitesini önemli ölçüde artırmıştır. Bunların baca külleri (fly ash) de puzolonik nitelik taşırlar. Çevreyi kirleten bu yan ürün günümüzde çimentolara tras oranında katıldıkları gibi doğrudan beton üretiminde Portland çimento ile birlikte kullanılmaktadır. Son yıllarda (1990-2000) beton üretiminde bu uçucu küllerin %90'a varan oranlarda yerini aldıkları görülmektedir. Elektrik çağının gelişmesi ve yarı iletkenlerin ortaya çıkması da beton bağlayıcılarında yeni bir devir açtı. Transistörlerin ana maddesi olan silisyumun elde edilebilmesi için geliştirilen elektrik ark fırınlarında bacalarda oluşan silis dumanları portland çimento tanelerinden 10-20 kat daha ince aktif silis içermektedir. Bunlarda uçucu küller gibi çimento üretiminde veya yüksek performanslı betonların elde edilmesinde doğrudan düşük oranda (%5-10) kullanılmaktadır. (1980-2000). 20 yy önemli bir buluşu polimerlerdir. Günümüzde polimerlerin hayatımızda girmediği alan kalmamıştır. Çimento ve beton sanayi de polimerler alanındaki buluşlardan elbette yararlanmışlardır. Polimerler beton teknolojisinde 1960 yıllarından beri kolay işlenebilirlik esneklik, geçirimsizlik ve yüksek dayanım sağlamak amacı ile kullanılmaktadır. Endüstriyel atıkların değerlendirilmesi, tarımsal atıklarında değerlendirilebileceği fikrini doğurdu. Bunlar arasında özellikle pirinç kapçığı külü ilgi çekici oldu. Pirinç kapçığı yüksek oranda silis içermekte ve yakıldıktan sonra amorf, aktif karakter kazanan kapçık külü silis dumanından da yüksek bir incelik göstermektedir. Bu maddenin silis dumanı yerine kullanılması yönünde çalışmalar sürdürülmektedir. Tras ve endüstriyel atıklara mineral katkı maddeleri veya çimentolaşan maddeler denilmektedir. Çimento-beton sanayinde bunlar dışında kimyasal katkı maddeleri vardır ve bunlarda da çok önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Beton kimyasalları adı verilen bir endüstri dalı oluşmuştur. Aslında kimyasal katkı kullanımı beton

üretiminin ilk çağlarında da ihmal edilmemiştir. Örneğin Romalıların betonlarına hayvansal yağlar, süt ve kan atıldığı bilinmektedir. Daha ziyade işlenebilirliği arttırmak amacı ile katılan bu maddelerden kan, hemoglobin sayesinde hava da sürüklüyor ve betonun dona dayanıklılığını arttırıyordu.

Kimyasal katkıları, taze betonun işlenebilmesini arttırmayı, priz ve sertleşme süresini uzatma veya kısaltmayı, taze veya sertleşmiş betonun donma- çözölmeye ve kimyasal iç dış etkilere dayanıklılığını geliştirmeyi sağlamak üzere kullanılırlar. Dayanımı aşırı yükselten, çok düşük su /bağlayıcı oranı ile yüksek işlenebilmeyi sağlayan süper akış kandırıcılar 1960-1970 yılları arasında bulundu. Bu katkıları beton teknolojisinde bir devrim başlattı. İlk önce melamin sülfonat formaldehit ve naftalin sülfonat formaldehit süper akış kandırıcıları üretildi. Bunlar yapı itibarı ile birer polimerdir. Yıllardır 0,42'inin altına düşürölmeyen su/çimento oranları 0,27'lere indirilebilindi. Buna bağlı olarak da dayanım değerlerinde bir sıçrama meydana geldi. Süperakışkanlandırıcı betonların çimento taneleri arasındaki boşlukları silis dumanı ile doldurulunca sağlanan dayanım artışı göz kamaştırıcı oldu. Eskiden oldukça zorlukla sağlanan 30 MPa dayanım yerine günümüzde 120-130 mpa dayanımlı betonlar üretilebilmektedir. Son yıllarda süperakışkanlandırıcılarda da ilerlemeler sağlandı ve melamin, naftalin sülfonat esaslı katkıları yerine geliştirilmiş karboksilik katkıları ile hiperakışkanlandırıcılar üretilmeye başlandı. Agregası boyutları çok küçöültöülerek ve S/Ç oranları 0,09 a indirilerek reaktif toz harçları elde edildi. Bunların dayanımı 700-800 mpa buldu.[15,10,18,22,23]

İnsanlar 19.yy dan itibaren geçmişlerini öğrenmek hususunda büyük çaba göstermeye, eski uygarlıkların eserlerini bulmaya, tanımaya ortaya çıkarmaya başlamışlardır. Yapılan arkeolojik kazılar pek çok soruya cevap bulmaya imkan sağlamıştır. İnşaat teknolojisinin nasıl geliştiği, bugünkü düzeye hangi aşamalardan geçerek vardığımız merak edilmiş ve hatta bu merak sonucu yepyeni buluşların yapılması da mümkün olmuştur. Yapıtaşları konusunda en dikkati çeken hususlardan biri Mısırdaki piramitlerin hala bozulmadan kalmalarıdır. Bu piramitlerin nasıl inşa edildikleri, 2-2,5 ton ağırlıktaki taşların o yüksekliğe 20 gün zarfında nasıl taşındıkları harca

gereksinim duyulmayacak oranda düzgün yüzeyli hazırlandıkları pek çözülmüş değildir.1980'li yıllarda A.B.D de Davidovitz yepyeni bir faraziye geliştirmiş ve bunu kanıtlayan deneylere başvurmuştur. Davidovitz e göre piramitlerdeki kalker taş bloklar taşınmamış, yerinde kalıp dökülerek üretilmiştir. Yani betondur ve bu beton günümüz betonundan farklıdır. Çünkü piramitleri tamir için kullanılan günümüz harçları 15-20 yıl içinde hasara uğradıkları halde bu eski beton bloklar 4000 yıldır Mısır'ın değişken sert iklimine dayanmışlardır. Davidovitz e göre kırılmış kalker taşları Nil in toprağı ve mumyalarda kullanılabilecekleri natronla karıştırılarak bu betonlar üretilmiş ve kuvvetle sıkıştırılmış, bölgenin sıcağı etkisi ile 4 saat gibi kısa bir sürede sertleşme meydana gelmiştir. Burada taşın ve toprağın analsim türü iyon değiştiren bir zeolit içerdiği görülmüştür. Sertleşme bir polimerizasyon ve zeolittik bir reaksiyonla meydana geliyor. Davidovits bu betona geopolimer betonu adını vermiş ve günümüzde de üretilebileceğini beyan etmiştir.19.yy da doğal çimentolarla yapılan binaların veya sıvaların onarımı için o devirlerde üretilen doğal çimentoların yeniden üretilmesine çalışılıyor. Eskiye göre bu çalışmaların yanında geleceğe dönük tasarımlarda mevcut. Amerikan Beton Enstitüsü ve Standartlar Enstitüsü 1980'li yıllarda özel bir çalışma grubu oluşturdu. Konu ay betonu. İnsanoğlu aya gittiğinde aydaki barınağı yine aydaki yapı taşlarından üretecek, ayda çimento üretmek, beton yapmak nasıl olacak hammadde su problemi nasıl halledilecek. Şimdi bu probleme el atmak hayal olmaktan öte somut bir yaklaşımla ele alınıyor. [16,22]

2.7. Beton Malzemenin Avantajları Ve Dezavantajları

Her inşaat malzemesinde olduğu gibi beton malzemeyi de anlatırken bu malzemeyi kullanana ve yapılan yapıya ne tür avantajı yada dezavantajının olduğunun bilinmesi gerekir.

2.7.1 Betonun Malzemenin Avantajları

Betonun çok değişik yapılar da çok değişik amaçlar ile kullanılan önemli ve popüler bir yapı malzemesi olmasının nedenleri, bu malzemenin sahip olduğu üstün özelliklerden ileri gelmektedir. Betonun diğer yapı malzemelerinden daha elverişli kılan özellikleri betonun avantajları olarak adlandırmak mümkündür.

A-Taze betonun plastik özelliği nedeni ile istenilen şekil ve boyutlardaki beton elemanlar kolayca üretilebilmektedir.

Taze betonun plastik bir yapıya sahip olması ve bu özelliğini birkaç saat süreyle koruyabilmesi nedeni ile, taze betonu istenilen şekil ve boyutlardaki kalıpların içerisine kolayca yerleştirebilmek mümkündür. Betonun yeterince sertleşmesinden sonra kalıpların sökülmesi ile de istenilen şekil ve boyutlarda beton elemanlar elde edilebilmektedir.

B-Sertleşmiş beton elemanlar yapıdaki yerinde üretilebildiği gibi, bir fabrikada da önceden üretilebilmekte ve yapıya sertleşmiş beton elemanları olarak getirilip kullanılabilir. Projesine uygun şekil ve boyutlardaki beton elemanların üretilmesi işlemleri, genellikle yapıdaki yerinde yapılmaktadır. Bunun için yapıdaki yerinde yapılmaktadır. Bunun için yapıdaki yerinde hazırlanan kalıpların içerisine taze beton yerleştirilmekte ve beton yeterince sertleştikten sonra kalıplar sökülmektedir. Öte yandan, beton bloklar, borular, direkler kirişler duvarlar gibi bazı elemanlar bir fabrikada önceden üretilebilmekte ve sertleşmiş durumdaki bu elemanlar yapıdaki yerlerine taşınarak kullanılabilir.

C-Beton yerleştirme yöntemlerinde çeşitlilik ve kolaylık bulunmaktadır.

Taze betonun plastik özelliğe sahip olması nedeni ile yapının bulunduğu yerdeki erişilmesi güç noktalara bu malzemenin pompalanarak taşınabilmesi veya değişik eğimli yüzeylere püskürtülerek yerleştirilebilmesi mümkün olabilmektedir.

D-Sertleşmiş beton oldukça yüksek basınç dayanımına sahiptir.

Uygun malzemelerle ve uygun yöntemler ile üretilen betonların basınç dayanımları bazı doğal taşların basınç dayanımlarına yakın değerler gösterebilmektedir.

E-Sertleşmiş beton hizmet gördüğü süre boyunca çevreden oluşan yıpratıcı etkenlere karşı diğer yapı malzemelerinin çoğundan daha dayanıklıdır. Bakım işleri ve masraf gerektirmemektedir.

Beton, ahşap gibi kolayca yanmamakta, çelik gibi kolayca korozyona uğramamaktadır. Dışarı ile temasta bulunan ahşap malzemeyi bir süre sonra verniklemek veya boyamak ya da çelik malzemeyi korozyondan koruyabilmek için boyamak gerekirken sertleşmiş beton için bu tür bakım önlemleri gerekmemektedir.

F-Beton, çelik donatılarla çok iyi aderans (kenetlenme) gösterebilecek kapasitede bir özelliğe sahiptir.

Betonun çekme ve eğilme dayanımları düşük olduğundan, yapıda, beton elemanların çekme ve eğilmeye maruz kalacak bölgelerine çelik çubuklar yerleştirilerek, bu tür yükler çelik tarafından taşınmaktadır. Beton ve çelik çubuklar arasında çok iyi bir aderans olması bu iki malzemenin tek bir malzemeymiş gibi davranması sağlanmaktadır. Ayrıca beton ve çeliğin ısıl genişleme katsayılarının çok farklı olmaması, sıcaklık değişiklikleri nedeni ile bu iki malzemenin çok farklı davranmasını önlemektedir.

G-Beton diğer yapı malzemelerine göre daha ekonomiktir.

Betonu oluşturan malzemeler arasında enerji harcanarak önceden üretilmiş olanı sadece çimentodur. Beton hacminin dörtte üçünü oluşturan agregalar, çimentoya göre daha ucuzdur. Ayrıca agregalar, su ve gerektiğinde beton yapımında kullanılan ince taneli mineral katkıları yapının bulunduğu bölgeden temin edilebilmektedir. Bölgesel malzemelerin kullanılması betonun ekonomik olmasına yol açabilmektedir.

Beton üretiminde ve kullanımında yeterli bilgiye ve deneyimine sahip mühendis ve teknik elemanlara ihtiyaç olmakla birlikte iş hacminin büyük bir bölümü kalfalar ve düz işçiler tarafından yürütülmektedir. Bu durumda ekonomiklik sağlayabilmektedir.

H-Beton estetik amaçlarla kullanılmaya uygun özellikte bir malzemedir.

Beton elemanlara istenilen şekil ve yüzey dokusu verilebilmekte,renklendirici katkı malzemeleri ile istenilen renkte beton üretilebilmektedir.[4,5,10,13,23]

2.7.2. Beton Malzemenin Dezavantajları

Mükemmel bir yapı malzemesi olarak nitelendirilebilecek olan betonun diğer yapı malzemelerine göre bazı eksik yanları da mevcuttur. Bu eksiklikler betonun dezavantajları olarak adlandırılı bilinmektedir.Aslında betonun dezavantajı olarak belirtilecek özelliklerin hiçbiri betonun kullanımını engelleyecek nitelikte değildir. Ancak betonun dezavantajlı tarafının bilinmesi ve bu eksiklikleri giderebilecek önlemlerin alınması gerekmektedir.

A-Sertleşmiş beton, çekme dayanımı düşük olan bir malzemedir.

Beton çekme ve eğilme yükleri altında kolayca çatlayabilmektedir. O bakımdan beton elemanların çekmeye veya eğilmeye maruz kalabilecek bölgelerine çelik donatıların yerleştirilmesi ve bu elemanların betonarme veya öngerilmeli beton elemanlar olarak kullanılması gerekmektedir.

B-Sertleşmiş beton gevrek özelliğe sahiptir.

Betonun gevrek malzeme olması darbe yükleri karşısında yeterince dayanıklı olmamasına yol açmaktadır. Metaller ile karşılaştırıldığında, betonun darbe dayanımı ve tokluk kapasitesi oldukça düşüktür.

C- Beton, çevreden maruz kalabileceği ıslanma-kuruma veya sıcaklık değişiklikleri karşısında bir miktar hacim değişikliği gösterebilmektedir.

Taze beton kuruma nedeni ile büzülme göstermektedir. Sertleşmiş beton ıslandığı takdirde, az da olsa genişlemektedir. Çevre sıcaklığının artması ve içindeki suyun bir kısmını kaybetmesi ile de zamanla betonda büzülme yer alabilmektedir. O nedenle yol, park yeri, havaalanı ve benzeri yapılarda beton bloklar arasında derz denilen kısa bir aralık bırakmak ve böylece çatlama kontrol altında tutmak gerekmektedir.

D-Beton birçok yapı malzemesi gibi sabit yükler altında zamanla kalıcı deformasyon gösterebilmektedir.

Normal servis koşullarında, beton taşımakta olduğu sabit yüklerin etkisi ile zamanla bir miktar kalıcı deformasyon (sünme) gösterebilmektedir.

Öngerilmeli beton elemanlarındaki betonun sünme göstermesi ,önceden gerilmiş durumda olan çelik donatılar üzerindeki gerilme etkisini azaltabilmektedir. O nedenle proje hesaplarının, betonun büzülme veya sünme özellikleri göz önünde tutularak yapılması gerekmektedir.

E-Beton, mükemmel bir geçirimsizliğe sahip değildir. İçersine bir miktar su veya zararlı maddeler içeren sular sızdırabilmekte ve betonun dayanıklılığını azaltabilecek olaylara neden olabilmektedir.

Betonun içersine su sızması ve bu suyun donması, betonun çatlamlarına yol açabilmektedir. Ayrıca betonun içersine sülfatlı veya asitli suların sızması durumunda genleşme meydana gelmekte ve sertleşmiş betonun çatlmasına neden olabilmektedir. Betonun su geçirimsizliğini arttırmak için beton karışımının hazırlanmasında su/çimento oranının düşük tutulmasına dikkat edilmelidir. Sık sık ıslanma ve donma koşullarına maruz kalacak betonlar hava sürüklenmiş beton olarak yapılmaktadır.

F-Betonların dayanım/ağırlık oranı metallerde olduğu kadar yüksek değildir. Yüksek değerlerdeki yüklerin taşınabilmesi için, metallere göre daha yüksek boyutlarda beton elemanların kullanılması gerekmektedir. [4,5,10,13,23]

3. BETON MALZEMENİN ÇEVRE İLE OLAN İLİŞKİLERİ

Çevre yaşadığımız, soluk alabildiğimiz yerdir. Çevremizden duyarsız yaşama gibi bir hakkımız yoktur. Bundan dolayı da kullandığımız malzemelerin çevre ile ne kadar barışık olduğunu bilmemiz, çevremizi korumamız için önemlidir.

3.1. Beton Ve Çevre

Endüstrinin her kolunda olduğu gibi, hazır beton üretimi ve taşınması sırasında da, doğal ve kentsel çevreyle doğrudan bir etkileşim söz konusudur. Bu etkileşim, hazır beton tesisinin kuruluş aşamasından, üretilen ürün ve hizmetin son kullanım noktasına aktarılmasına kadar devam eder.

"Beton" sözcüğünün çevre açısından olumsuz bir takım çağrışımlara kaynaklık ettiği doğrudur, ancak unutmamak gerekir ki, zararlı olan beton değil, plansız yapılaşma ve yanlış uygulamalardır.

Hazır beton sektöründe, son derece işlevsel bir "çevre yönetimi" mekanizması bulunmakta, bu konudaki kurallara dikkat edildiğinde, hazır beton üretiminin çevreye olan etkisi yok denecek kadar az olmaktadır. Hazır betonun, üretilmesinden itibaren en çok 2 saat içerisinde kullanılması gereken bir hızlı tüketim malzemesi olduğu düşünülürse, bu malzemenin üretileceği tesislerin de, kentlerin ve betona ihtiyaç duyulacak diğer birimlerin fazla uzağında olamayacağı gerçeği ortaya çıkar.

Bu noktada önemli olan, taşıma sorumlusundan, tesis sorumlusuna kadar her kademedeki görevlinin, çevre konusunda eğitilerek, bilinçlendirilmesidir. Tesisin, atıkları yoluyla kurulu olduğu alanın doğal çevresine, üretim ve taşıma işlemleri yoluyla da kent çevresine zarar vermesi bu sayede en aza indirgenecek ve çevreyle her anlamda uyumlu bir endüstriyel süreç işleyecektir.

3.1.1 Taşıma ve Teslimde Dikkat Edilmesi Gerekenler:

Beton santralından, özel olarak tasarlanmış transmikser aracına aktarılarak taşınması yapılan hazır betonun, en kısa zamanda alıcıya ulaştırılması ve kullanılması gerekir. Betonun taşınmasına ilişkin yol ve süre belirlemeleri önceden, hataya yer bırakmayacak kesinlikte yapılmalıdır, çünkü üretimle kullanım arasındaki sürenin uzaması, betonun niteliğini olumsuz yönde etkiler. Bu noktada, transmikser operatörünün rolü önemlidir; transmikseri kullanan kişi, aracın ve yükün tüm özelliklerini bilerek, buna uygun hareket etmenin yanı sıra, doğal ve kentsel çevrenin sağlığı konusunda da duyarlı olmalı, bu konuda eğitilmelidir. Yüksek tonajlı ve dikkatli kullanılması gereken bu aracın sürücüsü, trafik kurallarına uygun davranmalı ve önceden belirlenen yol güzergâhları konusunda dikkatli olmalıdır. Pek çok transmikserde, aracın arkasından yola beton artıklarının dökülmesini engelleyen "ekolojik kapak" bulunmakla birlikte, hazır beton üreticileri transmikser alımlarında tercihlerini bu doğrultuda yapmalıdır. Ekolojik kapak bulunmayan araçlara, kapak taktırılmalıdır. Transmikser sürücüsü bu konuda

da son derece dikkatli olmalı, yolları ve diğer kent alanlarını kirletmemeye özen göstermelidir. Özellikle boş transmikserin santraldeki özel yıkama yerleri dışında, örneğin yol kenarlarında temizlenmemesi kuralına riayet edilmelidir. Hazır betonun tesliminde, transmikser operatörüyle birlikte görev alan beton pompası operatörü de aynı şekilde trafik ve çevre güvenliği kurallarına uygun davranmalı, şantiye alanı ve çevresinin artıklarla kirlenmemesine dikkat etmelidir. Ayrıca, tesis dışındaki tüm araçlar temiz tutulup, bakımlı bir görüntü sağlanmalıdır. Düzenli bakımla, araçların iyi çalışması ve gürültü düzeyi ile egzoz yayımının kabul edilebilir limitler içinde kalması sağlanmalı, herhangi bir yakıt veya yağ sızması hemen giderilip, sızıntı temizlenmelidir.[15,17,24]

3.1.2 Hazır Beton Üretimi ve Çevre

Hazır beton üretiminin çevreye olan etkisi sanıldığından çok daha azdır; özellikle de şantiyelerde, standartlara aykırılık ve çevre kirliliği pahasına üretilmeye çalışılan elle dökme betonlarla karşılaştırıldığında.

Bununla birlikte, çevre yönetimine ilişkin kurallara uyulmadığı takdirde, her endüstriyel üretim süreci gibi, hazır beton üretiminin de çevreye olumsuz etkide bulunabilecek birtakım unsurları söz konusudur. Hazır beton tesisinin, bulunduğu doğal ve kentsel çevreyle kuracağı uyum, muhtemel olumsuz etkilerini de en aza indirecektir. Bunun yolu da, kuşkusuz akılcı planlama ve sürekli eğitimden geçmektedir.

3.1.3 Tesis Tasarımı Ve Çevre

Doğru tasarlanarak kurulmuş bir hazır beton tesisinde, çevresel önlemlerin hepsi düşünülmelidir. Bu önlemler, gürültü, vibrasyon, hava kirliliği, atıkların yok edilmesi ve genel çevre düzenlemelerini kapsamaktadır. Ek olarak, atık su azalımı ve deşarj edilen atık su kalitesinin kontrolü yapılmalıdır. Çözümlerin tesis yaşı, boyutları ve coğrafi konumu göz önünde bulundurularak, ekonomik ve pratik açıdan uygulanabilir olmasına dikkat edilmelidir. Türkiye'deki hazır beton sektörü, hızlı bir gelişim ve yaygınlaşma süreci yaşamakta, buna paralel olarak doğal ve kentsel çevreye yönelik etkilerin değerlendirilmesi giderek daha sık gündeme gelmektedir.

Hazır beton endüstrisinin çevreyle olan etkileşimi, tesis tasarımı, üretim süreci ve taşıma olarak özetlenebilecek üç ana bölümde değerlendirilebilir. Bu üç unsur kapsayan işlevsel bir çevre yönetimi mekanizması uygulandığında, hazır beton üretiminin çevre için doğuracağı muhtemel olumsuz etkiler de en aza indirilmiş olacaktır. Çevresel etki değerlendirmesi yapılırken, tesisin konumu, yeri ve yaşı da göz önüne alınmalı, kullanılan teknoloji ve yöntemlerin tesise her açıdan uygulanabilir nitelikte olmasına dikkat edilmelidir. Avrupa ülkelerinde uygulanmakta olan çevreye ilişkin standart ve yönetmelikler, giderek ülkemizde de yerleşmekte, Avrupa Hazır Beton Birliği'nin (Ermco) aktif bir üyesi olan Türkiye Hazır Beton Birliği, diğer konularda olduğu gibi, çevre konusundaki yenilik ve gelişmelerin de zamanında ülkemize aktarılmasını hedeflemektedir.

3.1.4 Temiz Hava İçin Beton

Japonya'da yapılan araştırmalar, taşıtlardan çıkan egzoz dumanlarındaki zararlı maddelerin yeni geliştirilen bir beton yolla etkisiz hale getirilebildiğini ortaya koydu. Buna göre, beton yol yüzeyinde bulunan titanyum oksit güneş ışınlarının etkisiyle katalitik bir reaksiyona girerek, çevresindeki havada bulunan nitrojen oksidi temizliyor. Bu etkileşim sürecinde açığa çıkan nitrik asit ise yağmur suyu ile temizlenebiliyor.

Laboratuvar araştırmalarının sonuçları, beton yol yapımında kullanılmaya başlanan yeni bileşenlerin havadaki azot oksidi %80 oranında ortadan kaldırılabileceğini ortaya koymakta.

3.1.5 Beton Diğer Yapı Malzemelerine Oranla Çevreyi Daha Az Etkiler

Avrupa Beton Birlikleri Çevre Konseyi'nin (ECCO) bir araştırmasına göre, beton için hammadde çıkarılmasının çevreye olan etkisi, ağaç ya da çelik yapı malzemelerine oranla daha az. Çimento fabrikaları, doğal hammaddeleri sanayi atık yan ürünleri ile karıştırarak üretim yapmakta, ihtiyaç fazlası sertleşmiş beton ise öğütülerek agrega yerine kullanılmaktadır. Buna göre; hammadde çıkarımıyla tahrip olan toprakların büyüklüğü ve önceki haline dönüş süresiyle, çevreye olan etkinin derecesine göre, her malzeme için bir etki endeksi belirlenmiştir.[9,24]

Malzeme	Etki Endeksi
Ahşap	2.50 – 3.25
Çelik	2.25
Beton	1.0 – 1.50

3.2. Beton Üretim Tesislerinden Kaynaklanan Çevre Kirliliği Ve Alınması Gereken Tedbirler

Beton üretim tesislerinden kaynaklanan çevre kirlilikleri ve bunlarla ilgili alınması gereken tedbirler aşağıda sıranabilmektedir.

3.2.1. Hazır Beton Tesislerinden Kaynaklanan Çökebilir Katı Maddelerin Su Ortamına Zararları

Hazır beton tesislerinin çeşitli faaliyetleri sonunda meydana gelen katı maddelerin su ortamına taşınması ile meydana gelecek olumsuz etkiler; Katı maddeler birikerek göl ve göletler dolar, su depolama kapasitesi düşer. Göl ve denize ulaşan nehirlerin yatakları zamanla dolar, kesitlerin daralmasına sebep olur. Suda yaşayan canlılar için su ortamı bozulur. Bulanıklık artarak su kaynağının dinlenme maksatları için kullanımı ve fotosentetik aktivitesi azalır. Suyun faydalı kullanma imkanları azalır. Pestisit, ağır metaller, zirai koruma ilaçları, besi maddeleri gibi diğer kirleticiler bu katı maddelerle birlikte su yatağına girer. Hastalık yapan bakteri ve virüslerde aynı şekilde su ortamına taşınmış olur. Nehirlerin mansabına doğru çökelen katı maddelerin birikmesiyle suyolu taşımacılığı, taşkın kontrolü engellenir. İnert (ayrışmayan) maddeler ile siltlerin su yataklarının tabanında birikmesi organizmalar için uygun yaşama ortamını bozar. Su derinliklerine ışığın

nüfusunu azaltarak, ısı radyasyonunu değiştirerek ve organik maddeleri, besi maddelerini veya zehirli maddeleri beraberinde taşıyarak su kalitesi bozulur.

Su yatağı tabanının çökebilen maddeler ile örtülmesi, balık yumurtalarının ve diğer organizma larvalarının gelişmesini önler ve gıdalarını bu ortamdaki temin eden organizmaların beslenmesini güçleştirir.

Tabanda biriken maddelerin organik menşeli olması halinde, bunların zamanla biyolojik olarak parçalanması, sudaki çözülmüş oksijen konsantrasyonunu azaltır ve çürüme neticesinde taban oksijensiz bir ortam haline gelebilir ve arzu edilmeyen H₂S, CO₂ ve CH₄ gazları ortaya çıkabilir.

Dere ıslahı çalışmaları gibi çok yüksek maliyete sebep olan faaliyetlerin, derelere katı madde yükü yüksek suların verilmesi sebebiyle zamanla yatağın dolarak yeniden ıslah çalışmaları yapılmasına sebep olur.

3.2.2. Hazır Beton Tesislerinden Kaynaklanan Katı Atık Kirliliği

Hazır beton tesislerinde, çöktürme havuzlarında alınan çamurlar ile yıkama tamburundan alınan değerlendirilmeyen katı atıklar “kurutma yatağına” alınarak suyundan ayrıştırılması gerekir. Kurutma yatağında süzülen atık sular tekrar çöktürme havzalarına verilerek geri kazanılır. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nin 28. maddesine göre kurutma yatağından alınan arıtma çamurunun evsel katı atıklarla birlikte depolanabilmesi için içinde bulunan su oranının %65 olması gerekir. Ayrıca bu arıtma çamurları Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre Belediyelerin gösterdiği yerlerin dışındaki alanlara kesinlikle dökülemez. Belediyeler bu malzemeleri depolama alanlarında üst örtü malzemesi olarak kullanabilirler.

3.2.3. Hazır Beton Üretim Tesislerinden Kaynaklanan Hava Kirliliği

Hazır beton üretim tesislerinin hava kalitesi korunma yönetmeliği'ndeki durumu ve alınması gereken tedbirler: Bu tesisler; Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği EK-8 izne Tabi Tesisler Listesi; Liste 2.13 (B)'de yer almaktadır. (Üretim Kapasitesi 10 m³/h ve üzerinde olan, çimento kullanarak

beton, harç veya yol malzemesi üreten tesisler) Hava Kalitesi Koruması Yönetmeliği Madde 7'ye göre; Bent 4: Tozlu maddelerin üretimi, parçalanması, tasnifi doldurulması ve diğer işlemleri sırasında ortaya çıkan tozlu gazlar toplanacak ve toz ayırma sisteminden geçirilecek. Üst yüzeydeki nem oranı en az %10 değilse, çapı 2mm'den küçük öğütülmüş tozlu maddelerin taşınması kapalı sistemlerle yapılır ve kapalı alanlarda depolanır.

Bent 5: Açıkta depolanan tozlu yığma malzeme açıkta depolanacaksa; Arazide rüzgar kesici toprak yığınları yapılır. rüzgar kesici bitkiler dikilir, rüzgar koruyucuları yapılır. (Tesis çevresine 3m aralıklarla en az 3m boyunda ağaç dikilir. Tesis çevresi duvarla kapatılır.) Konveyörler ve diğer taşıyıcıların üzeri kapatılır. Savurma yapmadan boşaltma ve doldurma yapılır. Malzeme üstü naylon branda veya tane büyüklüğü 10 mm den fazla olan maddelerle kapatılır. Depolanan malzemenin üst tabakaların en az %10 nemli tutulur (Malzemenin üzerini nemli tutucu sistem kurulmalıdır).

Bent 7: Tesislerdeki yollar hava kalitesini bozucu etki yaratıyorsa yolların bitümlü kaplama malzemeleri, beton veya benzeri malzemelerle kaplanması, düzenli olarak temizlenmesi veya toz bağlayan maddelerle muameleye tabi tutulması gereklidir. (Tesis yolu 3m aralıklara, en az 3m boyunda fidanlarla ağaçlandırılır.)

Bent 8: Toz biçimindeki emisyonu tutan filtrelerin boşaltılmasında toz emisyonunu önlemek için, toz kapalı sistemle boşaltılır veya boşaltma sırasında nemlendirilir.

3.2.4. Hazır Beton Üretim Tesislerinin İşletmesinde Yapılması Gereken Diğer Hususlar

Tesisin etrafı; rüzgâr kesici olarak 3m aralıklarla en az 3m boyunda ağaç dikilir. Tesis çevresi duvarla kapatılır. 3m olacak şekilde en az 3m aralıklarla ağaçlandırma ile gerekse rüzgar koruyucu perdelerle çevrilmelidir. Tesis çevresi duvar ile kapatılmalıdır. Tesislerde toz ayırma sistemleri kurulmalıdır. Malzemeler mümkünse kapalı mekanlarda depolanmalı ya da

malzeme üzeri tozuma karşı %10 nemde olacak şekilde ıslak tutulmalıdır. Savurma yapılmadan boşaltma ve doldurma yapılması sağlanmalıdır. Tesis içindeki yollar bitümlü kaplama malzemeleri, beton veya benzeri malzeme ile kaplanıp düzenli olarak temizlenmelidir.

Toz filtreleri boşaltılma sırasında nemlendirme yapılmalı veya kapalı sistemle boşaltılmalıdır. Tesisine göre agrega besleme bankerlerinin üzeri galvanize saç paneller ile kaplanmalı ve filtre takılmalıdır. Malzemeler ve hammaddeler tesiste geliş güzel depolanarak toprak ve görüntü kirliliğine neden olunamaz. Transmikserler tozularak çevreyi kirletemez. Çimento silolarında filtre bulunmalı ve mutlaka çalıştırılmalı ve periyodik olarak filtre torbaları temizlenmeli ve denetimlerde çalışıp çalışmadığı tespit edilmelidir. Sonuç olarak hazır beton üretim tesislerinden kaynaklanan emisyonların havayı kirletmemesi için her türlü tedbir alınmalıdır. Yukarıdaki hususlara uymayan çevreyi kirleten tesislere 2872 Sayılı Çevre Kanununa göre idari para cezası uygulanır ve gereğinde faaliyetten men edilir.

3.2.5. Hazır Beton Tesislerinden Kaynaklanan Gürültü Kirliliği

Hazır beton üretim tesislerin makine ve araçlarından kaynaklanan gürültü seviyeleri Gürültü Kontrol Yönetmeliği'ndeki limitleri aşmamalıdır. Gerektiğinde gürültü seviyeleri sürekli veya periyodik olarak ölçülmelidir. Tesisteki makine ve kompresörler dikkatli ve kapalı mahallerde çalıştırılmalı ve bakımları yapılmalıdır. Dağıtım araçlarındaki susturucuların etkinliği sürekli olarak kontrol edilmelidir. Tesiste kaynaklanan gürültü kirliliğine engel olmak için tesis çevresinde perdeleme yapılması, ağaçlandırılması, gereğinde duvarla kapatılması veya toprak setler yapılması gerekir.[5,17,24]

4.TÜRKİYEDE BETON ÜRETİMİ

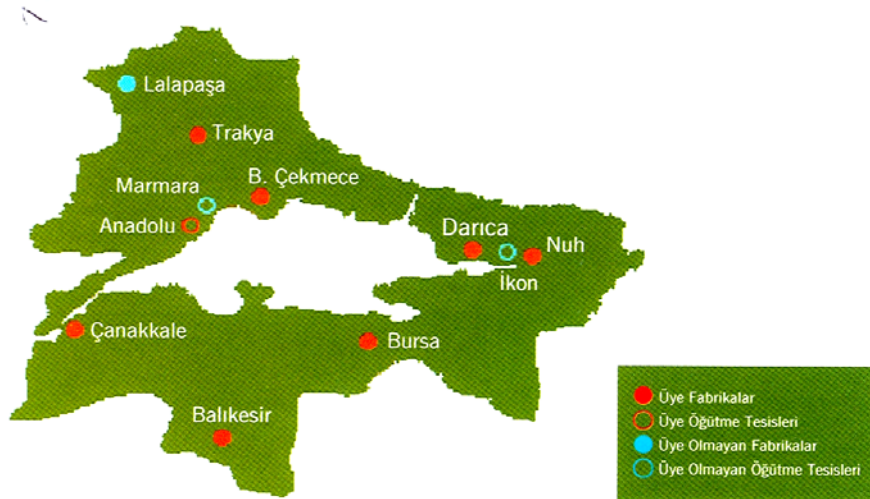
Türkiye’de beton üretimi aslında birçok Avrupa ülkesine göre çok sonra başlamış olmasına rağmen bugün dünyada ki en büyük üreticiler arasına girmeyi başarmış bir ülkedir.

4.1.Bölgelere Göre Beton Üretim Tesisleri Ve Miktarları

Türkiye beton üretim miktarını ve ihtiyacı her bölgede farklılık göstermektedir.Bu nedenle bölgeler üretim ve tesis sayılarına göre aşağıda sıralanmıştır.

4.1.1. Marmara Bölgesi

MARMARA BÖLGESİ

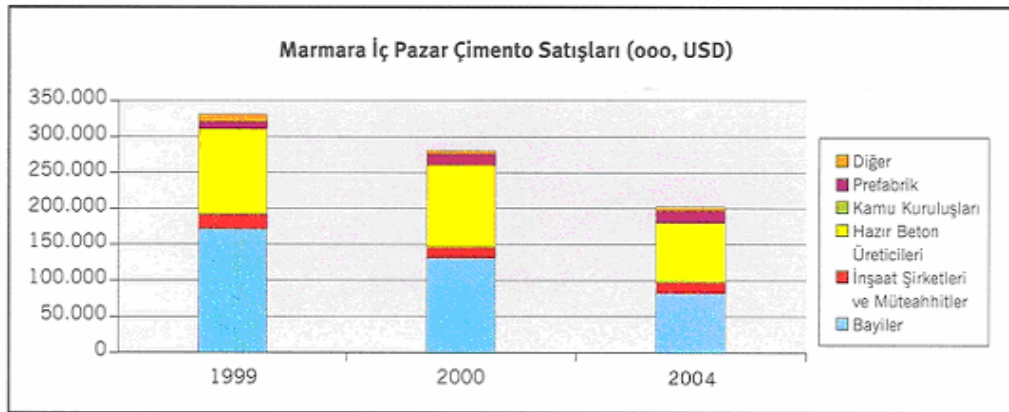


Şekil 4.1. Marmara Bölgesi’ndeki çimento üretim tesisleri.[14]

Marmara bölgesi 2004 yılı itibariyle 18.951,000 ton çimento öğütme kapasitesi ile Türkiye’nin en büyük 8.326,220 ton olan iç satış ve 2.104,881 ton ihracat rakamı ile bölgesel sıralamada ilk sırada yer almaktadır. Türkiye

deki toplam çimento satışlarının %26,4'ü Marmara bölgesinden karşılanabilmektedir.

Grafik 1. Marmara Bölgesi İç Pazar Çimento Satışları.[14]



Tablo 1. Marmara Bölgesi İç Pazar Çimento Satışları.[14]

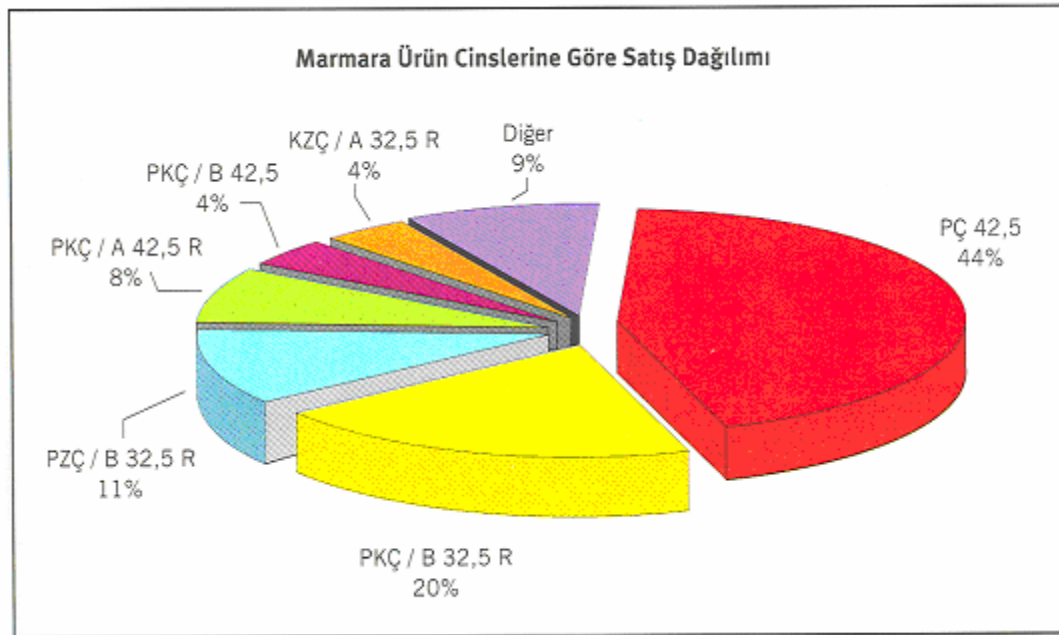
MARMARA	İÇ PAZAR ÇİMENTO SATIŞLARI (ton)			
	TON	1999	2000	2004
Bayiler		4.521.783	3.994.429	2.905.849
İnşaat Şirketleri ve Müteahhitler		416.052	387.851	343.906
Hazır Beton Üreticileri		2.772.960	3.234.217	2.595.116
Kamu Kuruluşları		15.922	20.098	16.314
Prefabrik		283.140	371.356	354.039
Diğer		225.135	223.047	226.749
Toplam		8.234.992	8.230.998	6.441.973

Marmara Bölgesinde de PÇ tip çimento satış oranı %44 iken ,PÇK tip çimento satış oranı %32'dir. Marmara Bölgesinde, deprem sonrası hazır beton kullanımına yönelme başlamış, torbalı çimento satışlarından dökme çimento satışına doğru bir geçiş olmuştur.

Marmara Bölgesinde kapasite fazlasının yol açtığı fiyat rekabeti diğer bölgelere göre daha yoğun yaşanmaktadır. Rekabetin yoğun olmasının

nedeni Marmara bölgesine diğer bölgelerden de önemli ölçüde çimento girişinin yapılmasıdır.

Grafik 2. Marmara Bölgesi Ürün Cinslerine Göre Satış Dağılımı.[14]

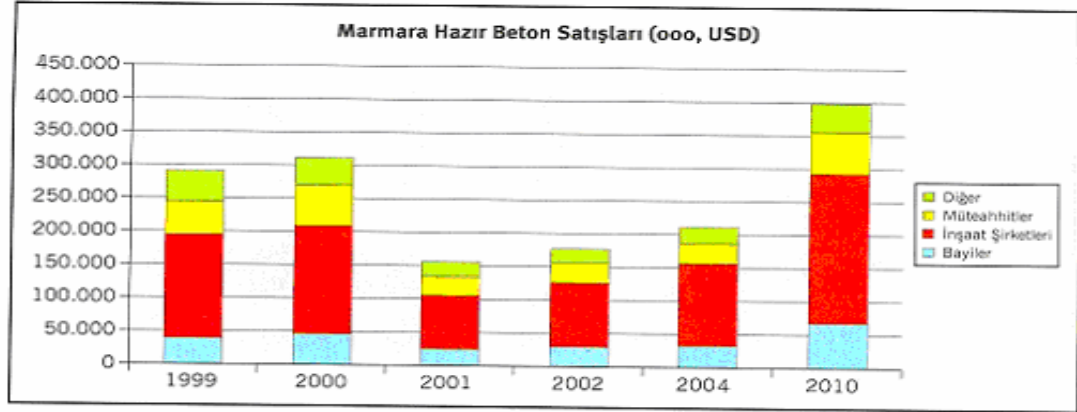


2010 yılına kadar bölgedeki insan kaynaklarında 2001 yılına göre %0.8 oranında bir artış olacağı öngörülmektedir. Satış artmasına rağmen ,insan kaynakları rakamlarının artmaması otomasyonun yaygınlaşması beklentisi ile açıklanabilir.

Marmara bölgesi % 54.1 çimento öğütme kapasite kullanım oranı ile kapasite kullanımının en düşük olduğu bölgelerden biridir.

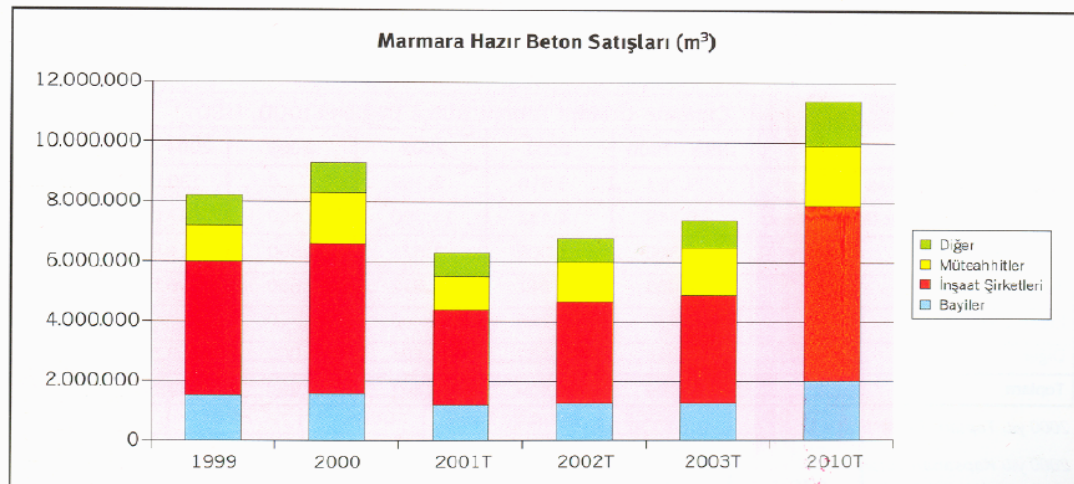
2000 yılı verilerine göre, Marmara Bölgesi 16.070.378 m³ hazır beton üretim kapasitesi ile Türkiye'nin en büyük bölgesidir.Hazır beton üretiminin %49.5'i Marmara Bölgesinde gerçekleşmektedir.

Grafik 3. Marmara bölgesi hazır beton satışları.[14]



Marmara Bölgesinde hazır beton kullanımı yoğun olarak sanayi ve ticari yapılar ile konut alanında gerçekleşmektedir. Kamu yatırımlarının çok fazla olmadığı sanayi yatırımlarının ise daha çok İstanbul dışında gerçekleştiği belirtilmiştir.

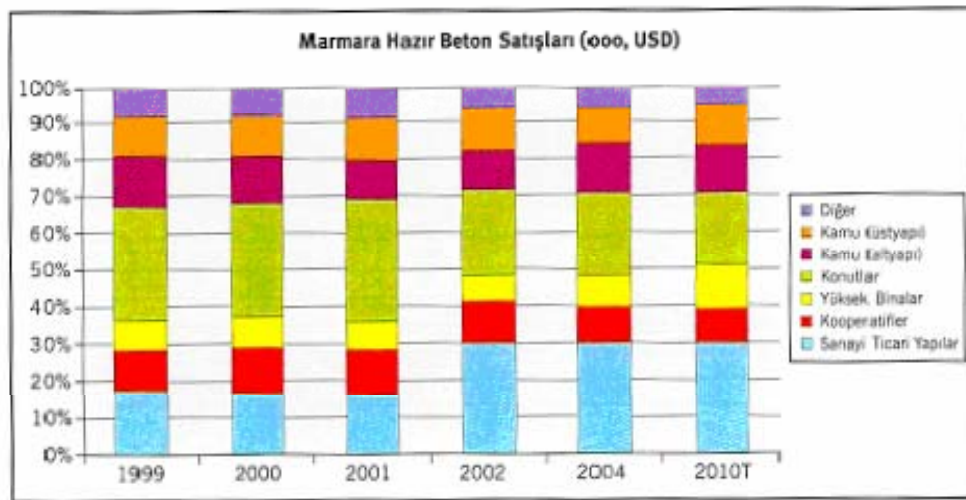
Grafik 4. Marmara bölgesi hazır beton satışları.[14]



Marmara bölgesinde hazır beton satışlarında kısa vade de çok fazla bir artış beklenmemektedir. Bunun nedeni olarak, geçmiş yıllarda bölgede çok fazla konut yapımı gerçekleşmiş olmasıdır.

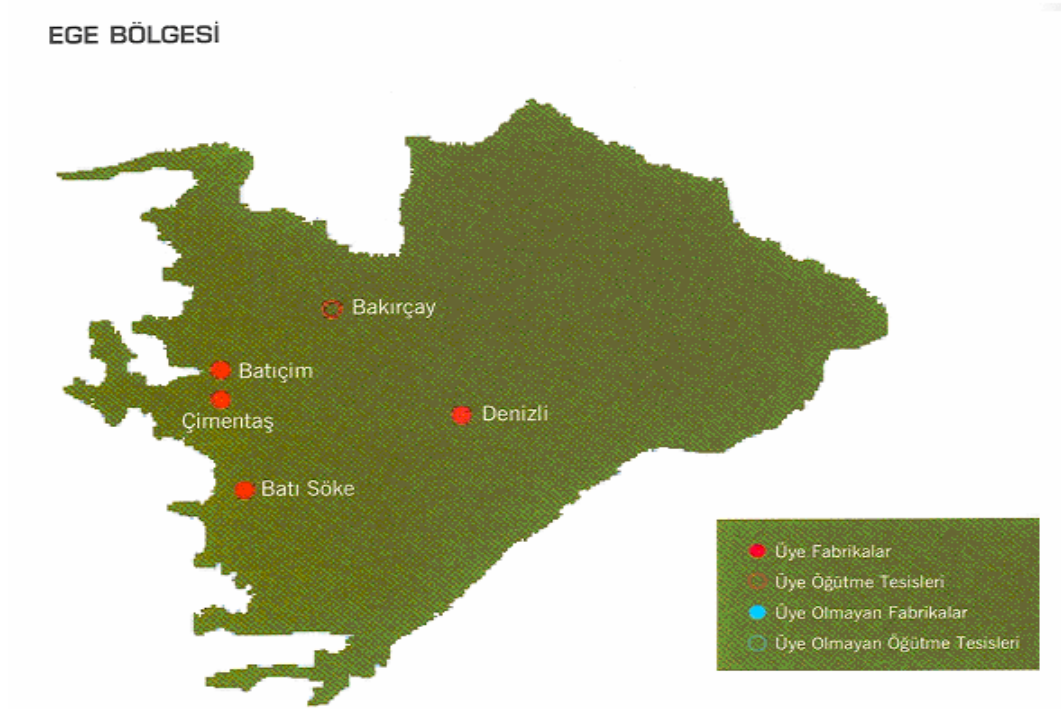
Marmara depreminden sonra çıkartılan deprem yasası ile bölgede C20 standardında hazır beton üretiminde artış yaşanmaya başlandığı görülmüştür.Marmara Bölgesinde çok fazla ve farklı yapıda hazır beton üreticisi mevcuttur.

Grafik 5. Marmara bölgesi yapılara göre hazır beton satış dağılımı.[14]



Marmara Bölgesinde hazır beton satışlarında kısa vadede çok büyük artış beklenmemektedir. Bunun nedeni olarak,geçmiş yıllarda bölgede çok fazla konut yapımı gerçekleştirilmiş olması gösterilmektedir.Kısa vadede beklenen gelişmelerden birisi, deprem sonrası ihtiyaç duyulan kalıcı konutlardır. [14]

4.1.2. EGE BÖLGESİ



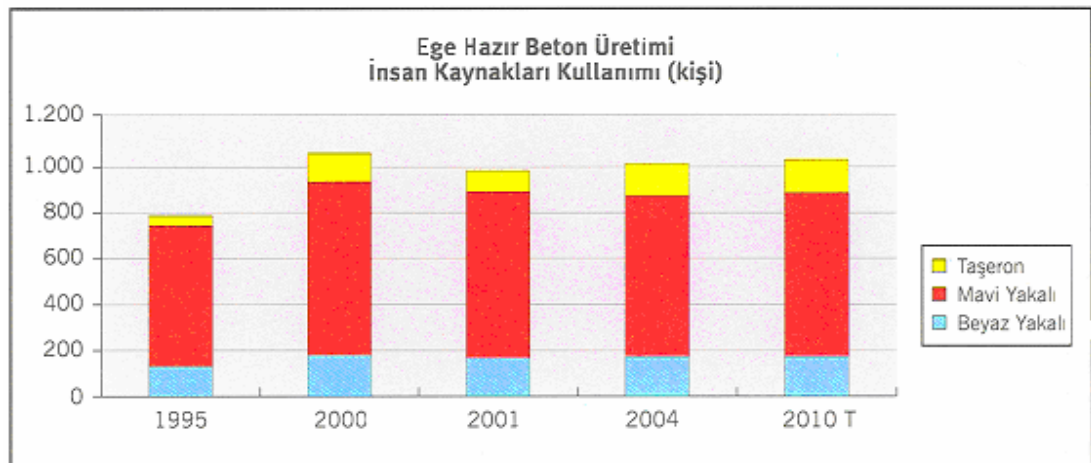
Şekil 2. Ege Bölgesi'ndeki çimento üretim tesisleri.[14]

Ege Bölgesi 2004 yılında 8.610.000 ton çimento kapasitesi,3.575.623 ton olan iç satış 1.282.953 ton ihracat rakamı ile Türkiye'nin 4.sırada gelen bölgesidir. Türkiye üretiminin %13.2'si Ege bölgesi tarafından sağlanmaktadır. Bölgede 4 adet entegre tesis ve bir adet öğütme tesisi bulunmaktadır.

Bölgede rekabet avantajı,hammadde kaynaklarına yakınlık, üretimin merkezi bir lokasyonda yapılması bölgedeki üreticilerin önemli bir kısmının limanlara yakınlığı ve kolay ulaşabilmesi olarak belirtilmiştir. Bölgeden başlıca ihracat yapılan ülkeler İsrail, İspanya, Hollanda, Belçika, İtalya, Portekiz'dir.

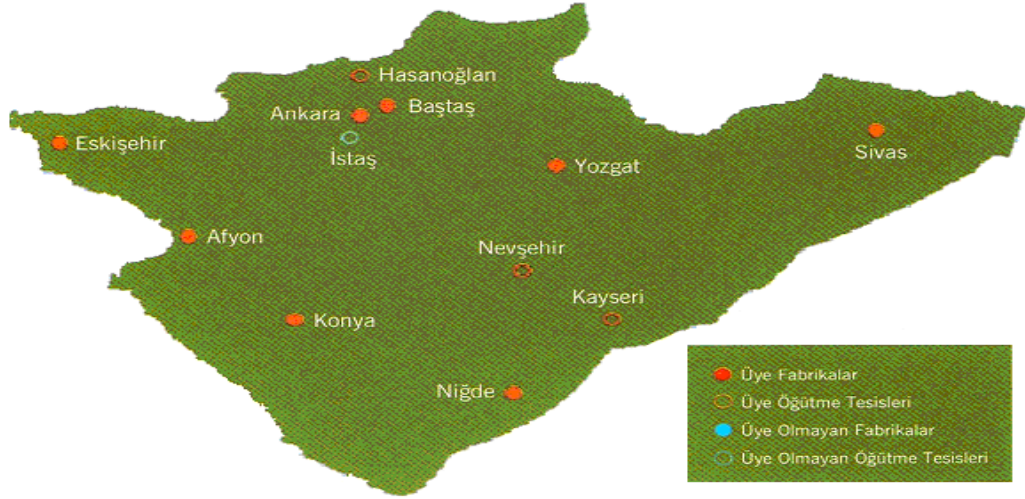
Bu bölgede yerli kömür,devletin ocaklarından alınmaktadır.Bu ocaklarda kapasite kalite ve nakliyesi zaman zaman sorun teşkil etmektedir. Nakliye karayolu ve demir yolu ile yapılmakta,yüksek mazot maliyetleri ve tren lojistiğinin yeterli verimlilikte olmaması bölgedeki şirketlerin rekabetini etkilemektedir.Bölgede ki şeker fabrikalarının faaliyete geçmesi öncelikli olarak kömür ocaklarının buraya kömür taşımalarını sağlamış buda çimento fabrikalarına tedarik edilen kömürde sıkıntılar yaşanmasını sağlamıştır. Ege bölgesi 5.425.672 m³ hazır beton üretim kapasitesi ile Türkiye nin 3.büyük bölgesidir.Toplam hazır beton üretiminin %16'sı Ege bölgesinde gerçekleşmektedir.Hazır beton tesislerinin %17'si yine bu bölgede bulunmaktadır. Ege bölgesinde ağırlıklı olarak kamu yatırımlarının ve konut inşaatlarının yapıldığı belirtilmiştir. Bu bölgede yol yapımında asfalt kullanımın yerleşmiş olduğuna, beton yol yapımına yönelme olmasının kısa dönemde artacağı belirtilmiştir. Ege bölgesinde çelik yapıların yaygın olmadığı ancak Marmara depreminden sonra çelik yapılara olan ilgi artmıştır.[8,14]

Grafik 8. Ege bölgesi hazır beton üretimi insan kaynakları kullanımı.[14]



4.1.3. İÇ ANADOLU BÖLGESİ

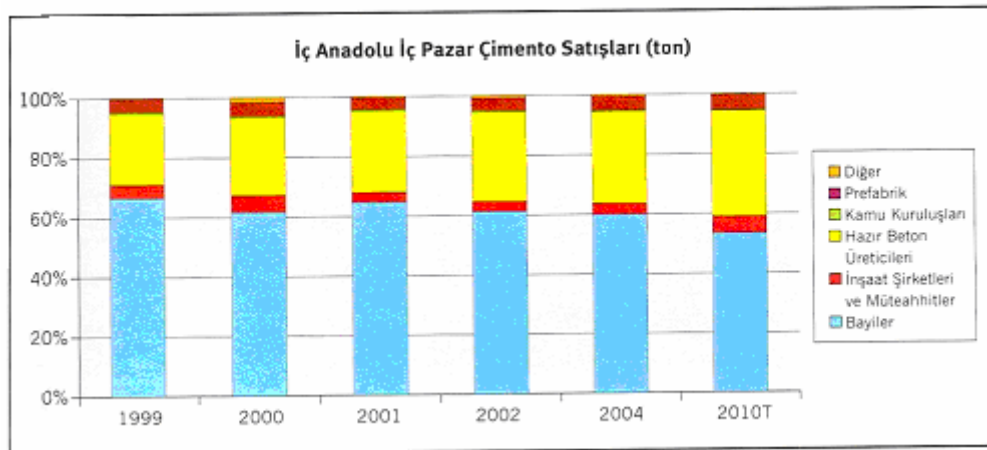
İÇ ANADOLU BÖLGESİ



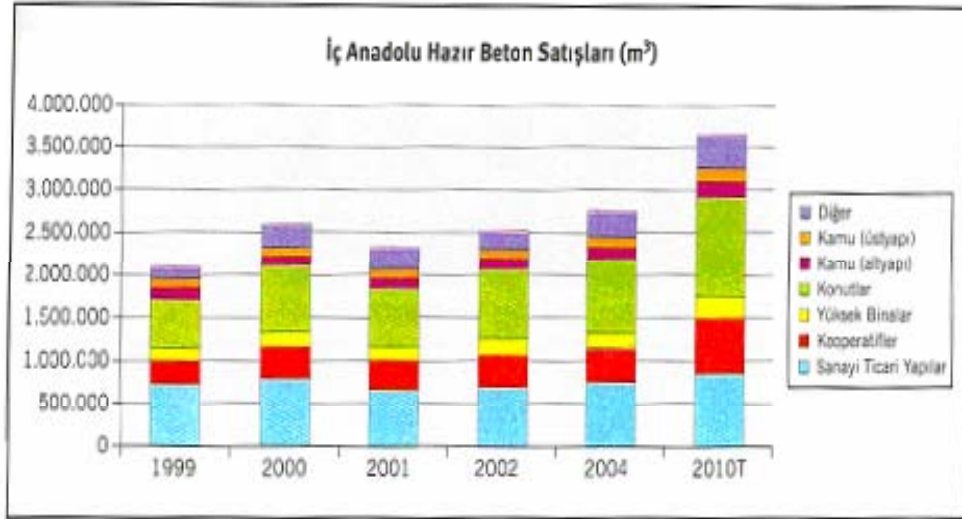
Şekil 3.İç Anadolu Bölgesi'ndeki çimento üretim tesisleri.[14]

İç Anadolu Bölgesi,2004 yılı itibari ile 11.730.000 ton çimento üretim kapasitesi ile Türkiye'nin 3.sırada gelen bölgesidir.Yine İç Anadolu Bölgesi iç Pazar çimento satış rakamlarına göre 6.132.837 ton ile bölgesel sıralamada 2.sırada yer almaktadır.

Grafik 9. İç Anadolu bölgesi iç pazar çimento satış yüzdesi.[14]

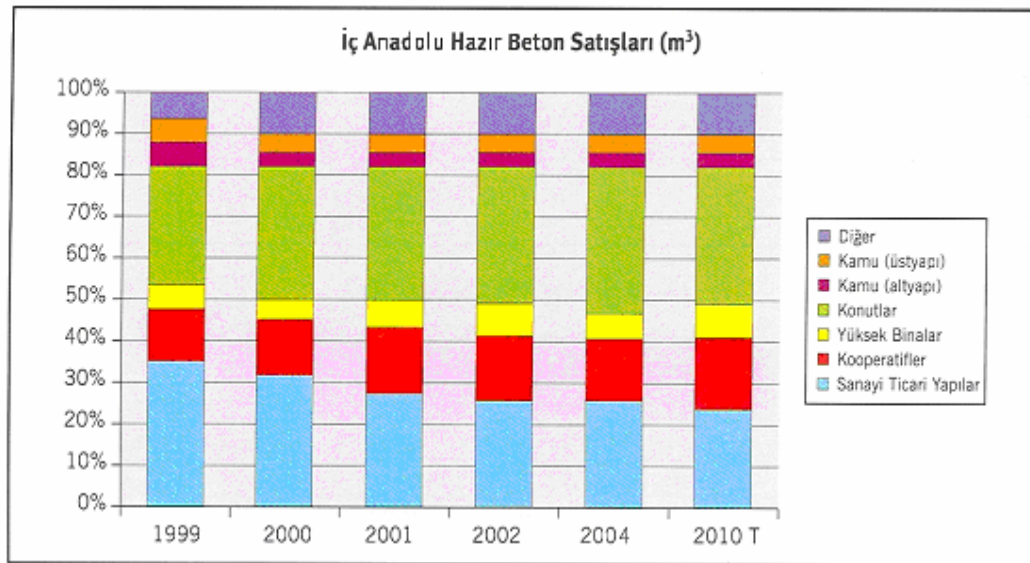


Grafik 10. İç Anadolu Bölgesi hazır beton satışları.[14]



İç Anadolu bölgesinde ağırlıklı olarak C16,C18 ve C20 standartlarında hazır beton üretimi gerçekleşmektedir. Belirtilen bu üç standartta üretim toplam üretimin %70-80 ini oluşturmaktadır.

Grafik 11. İç Anadolu Bölgesi hazır beton satışları.[14]



4.1.4 AKDENİZ BÖLGESİ

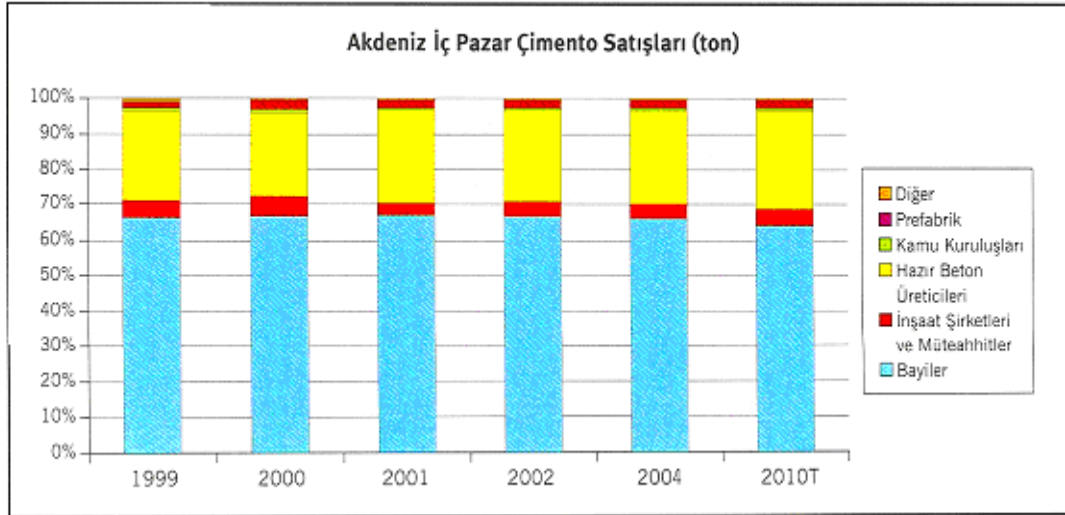
AKDENİZ BÖLGESİ



Şekil 4. Akdeniz Bölgesi'ndeki çimento üretim tesisleri.[14]

Akdeniz Bölgesi 2004 yılı itibari ile 11.438.200 ton çimento üretim kapasitesi ile Türkiye'nin 2.sırada gelen bölgesidir. Türkiye'nin gelişmekte olan bir ülke olmasından dolayı altyapı ve üstyapı ihtiyaçlarının olduğu ,ancak kısa vadede çimento taleplerinde artış olmayacağı belirtilmiş bunun nedeni de bölgede devlet yatırımlarının azaltılmakta olması gösterilmiştir.Bölgede PÇ tipi çimentonun kullanımı artmıştır.İler ki zamanda da bu artışın devam edeceği belirtilmiştir.Çimento üreticileri,geçmiş yıllarda pazar talebinin fazla olmasından dolayı kapasitelerinde artış yapmadıklarını belirtmişlerdir.TÇMB verilerine göre Akdeniz Bölgesi 2000 yılı itibari ile %44,9 çimento kapasite kullanım oranı ile diğer bölgeler arasında 7.durumdadır.

Grafik 12. Akdeniz Bölgesi iç pazar çimento satış dağılımı.[14]



Tablo 6. Akdeniz Bölgesi iç pazar çimento satışları.[14]

AKDENİZ TON	İÇ PAZAR ÇİMENTO SATIŞLARI (ton)					
	1999	2000	2001	2002	2004	2010
Bayiler	65,8%	66,1%	66,7%	66,8%	66,4%	64,2%
İnşaat Şirketler ve Müteahhitler	6,3%	6,5%	4,1%	4,1%	4,0%	3,9%
Hazır Beton Üreticileri	24,2%	23,4%	26,1%	26,0%	26,5%	28,6%
Kamu Kuruluşları	0,6%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
Prefabrik	1,7%	2,6%	1,9%	1,9%	1,9%	2,1%
Diğer	1,4%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
Toplam	100%	100%	100%	100%	100%	100%

2000 yılı verilerine göre Akdeniz Bölgesi 4.521.909 ton hazır beton üretim kapasitesi ile Türkiye'nin 4.büyük bölgesidir. Hazır beton tesislerin %15'i Akdeniz bölgesinde bulunmaktadır.[8,14]

4.1.5. KARADENİZ BÖLGESİ

KARADENİZ BÖLGESİ



Şekil 5. Karadeniz Bölgesi'ndeki çimento üretim tesisleri .[14]

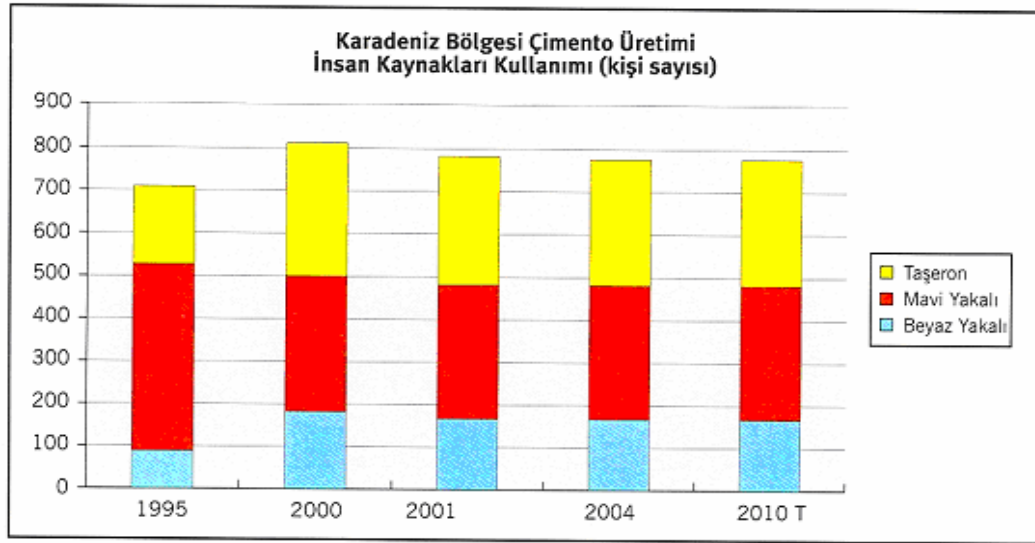
Karadeniz Bölgesi 7.750.000 ton çimento kapasitesi ve 4.675.333 ton olan 2004 yılı satış rakamına göre 5.sırada gelen bir bölgemizdir. Türkiye deki toplam çimento satışlarının %13'ü Karadeniz Bölgesi tarafından karşılanmaktadır.

Bölgede 6 adet entegre tesis ,5 adet öğütme tesisi bulunmaktadır.

Tablo 9. Karadeniz bölgesi iç Pazar çimento satışları.[14]

KARADENİZ	İÇ PAZAR ÇİMENTO SATIŞLARI (000, USD)			
	000 USD	1999	2000	2002
Bayiler		67.402	62.723	51.371
İnşaat Şirketler ve Müteahhitler		21.255	17.379	15.473
Hazır Beton Üreticileri		23.441	27.476	20.429
Kamu Kuruluşları		1.245	1.097	415
Prefabrik		5.230	6.192	3.156
Diğer		337	1.572	449
Toplam		118.910	116.439	91.293

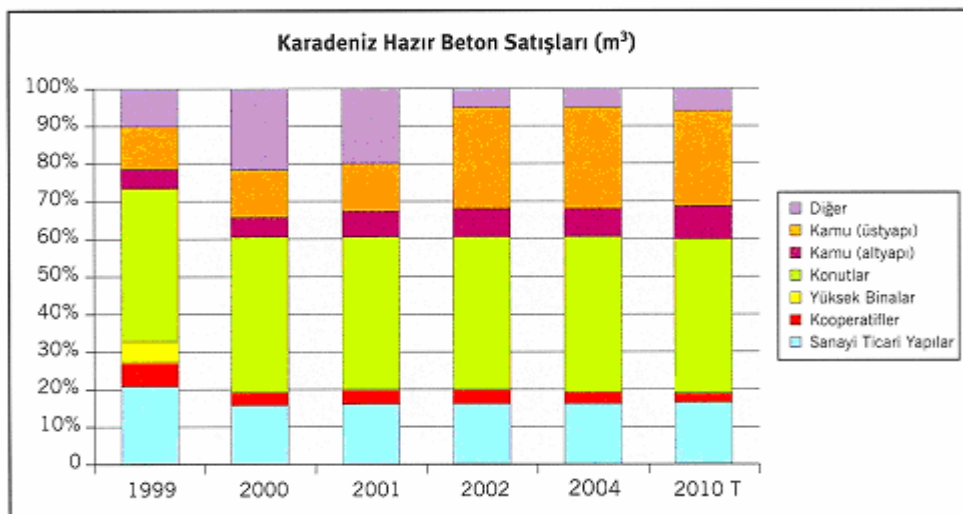
Grafik 14. Karadeniz Bölgesi çimento üretimi insan kaynakları kullanımı.[14]



Bölgede devlet yatırımları son yıllarda önemli ölçüde azalmıştır.Öncelikli olarak yabancı finansman kaynaklı enerji amaçlı baraj yapımları devam etmektedir.

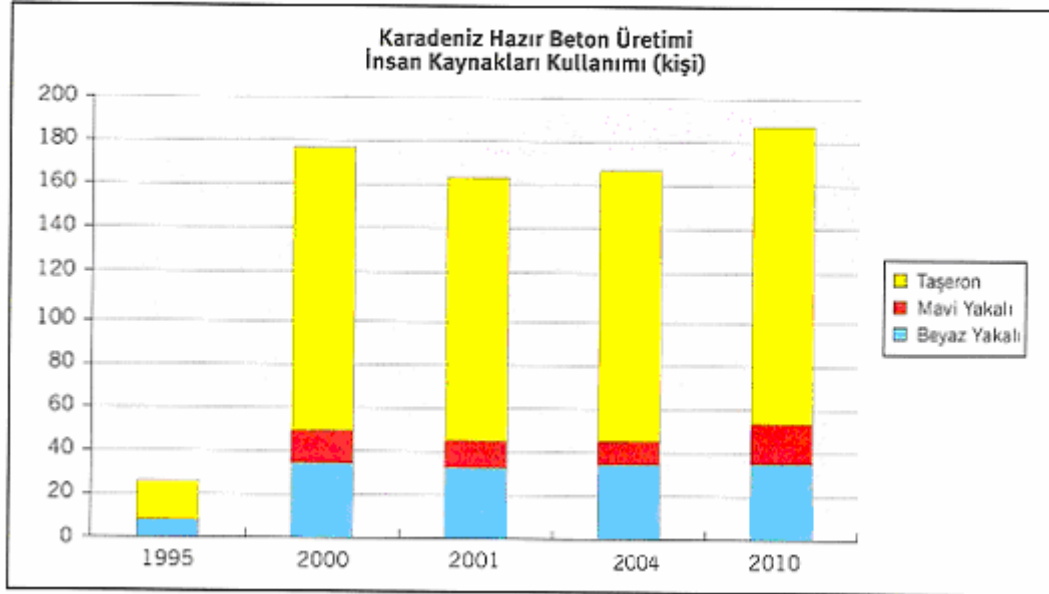
Karadeniz Bölgesi'nin arazi yapısı sonucu yerleşimin dağınık olması ve çok katlı binaların bulunmaması nedeni ile inşaat sektörü bu bölgede diğer bölgelerden daha farklı gelişmiştir. [14]

Grafik 15. Karadeniz Bölgesi hazır beton satışları.[14]



Karadeniz Bölgesi sulama kanalları ve baraj inşaatları için PZÇ tipi çimento üretilmiştir.

Grafik 16. Karadeniz Bölgesi hazır beton üretimi insan kaynakları kullanımı.[14]



2000 yılı verilerine göre Karadeniz Bölgesi 885.427 m³ hazır beton üretim kapasitesi ile Türkiye'nin 5.büyük bölgesidir. Hazır beton üreticilerinin %3'ü Karadeniz Bölgesinde bulunmaktadır.Karadeniz Bölgesinde hazır beton üretimi,genel olarak planlanan alt yapı ve sanayi yatırımlarına ve konut talebine göre gerçekleşmektedir.Son yıllarda özellikle yaşanan deprem felaketlerinden sonra C14 hazır beton üretiminin yerini C20 standardında hazır betona bırakmıştır.

Agrega kaynakları göz önüne alındığında bölgenin en verimli kesimi Kızılırmak ve Yeşilirmak tarafından beslenen Orta Karadeniz bölgesi ve özellikle Samsun civarındır. Bölgenin doğusunda ve batısında ise agrega temini açısından sıkıntılar yaşanmakta ve dolayısıyla beton maliyeti yükselmektedir.[14]

4.1.6 GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ

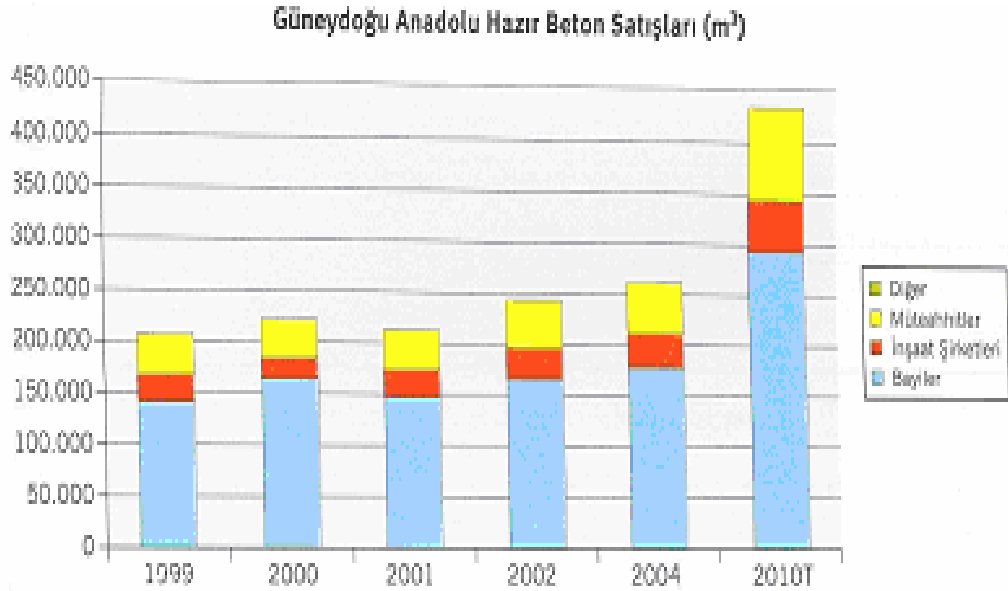
GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ ✕



Şekil 6. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki çimento üretim tesisleri .[14]

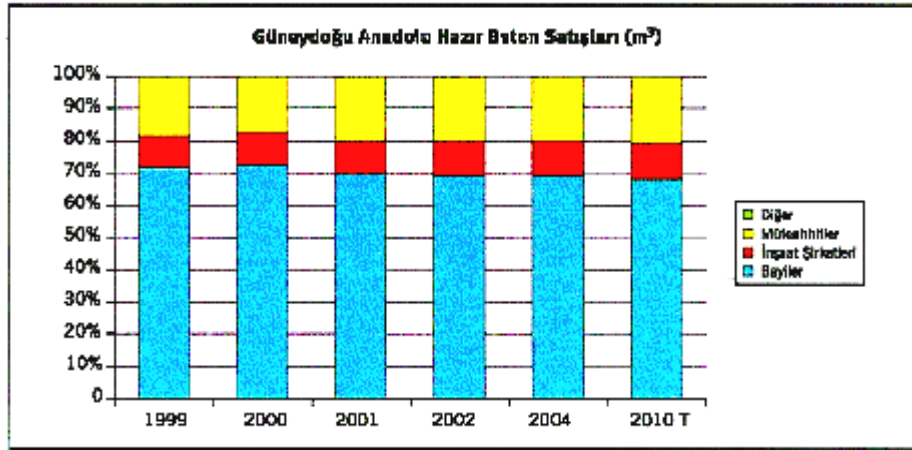
Güneydoğu Anadolu Bölgesi 5.154.000 ton çimento kapasitesi ve 2.883.238 ton olan 2004 yılı iç satış ve 53.759 ton ihracatına göre Türkiye'nin 6.sırada gelen bölgesidir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ağırlıklı olarak üç tip ürün üretildiği belirtilmiştir. Bu ürünler KÇ 32.5 PZÇ/B 32.5 ve PKÇ/B 32.5 tur. Bu ürünlerin yanı sıra %2 oranında PÇ 32.5 üretilmektedir. Bölgede üretilen çimentonun büyük bölümünün GAP projesi kapsamındaki sulama kanalları ve alt yapı projeleri ile konut inşaatları için kullanılmaktadır. 2000 yılı verilerine göre Güneydoğu Anadolu Bölgesi 711,142 m³ hazır beton üretim kapasitesi ile 6.büyük bölgesidir. Hazır beton üretiminin %3'si Güneydoğu Anadolu Bölgesinde gerçekleşmektedir. Bu bölgede hazır betonun ağırlıklı olarak konut yapımlarında kullanıldığı ancak bölgenin batı kesimlerinde sanayi ticari yapıların ağırlıklı olduğu görülmüştür.[14]

Grafik 17. Güneydoğu Anadolu Bölgesi hazır beton satışları .[14]



Önceki yıllarda altyapı işlerinde kullanılan hazır betonun düşük kalitede olması bölge halkının hazır betona karşı kötü bir imaj yaratmıştır. Bölgede C16, C18 ve C20 standardında hazır beton üretiminin ağırlıklı olarak üretildiği, bölgenin doğusuna gidildikçe C14 standardında üretiminde yoğun olduğu görülmüştür. Bölgede agrega temininde sıkıntılar yaşanmaktadır. Agrega ocaklarının sınırlı kapasite ve düşük kalitede olduğu görülmüştür.[14]

Grafik 18. Güneydoğu Anadolu hazır beton satışları.[14]



4.1.7. DOĞU ANADOLU BÖLGESİ

DOĞU ANADOLU BÖLGESİ ✕

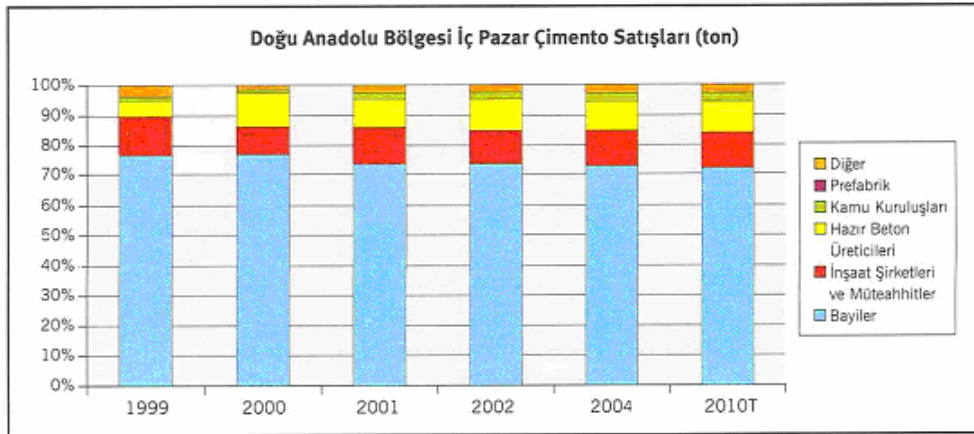


Şekil 7. Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki çimento üretim tesisleri .[14]

Doğu Anadolu Bölgesi 2004 yılında 2.276.000 ton çimento kapasite ve 1.650.208 ton olan satışı ile Türkiye'deki toplam çimento satışlarının %4.6'sını sağlamaktadır. Üretimde kullanılan malzemelerden petrokok haricindeki malzemelerin bulunurluğu ve kalitesi açısından herhangi bir problem olmadığı

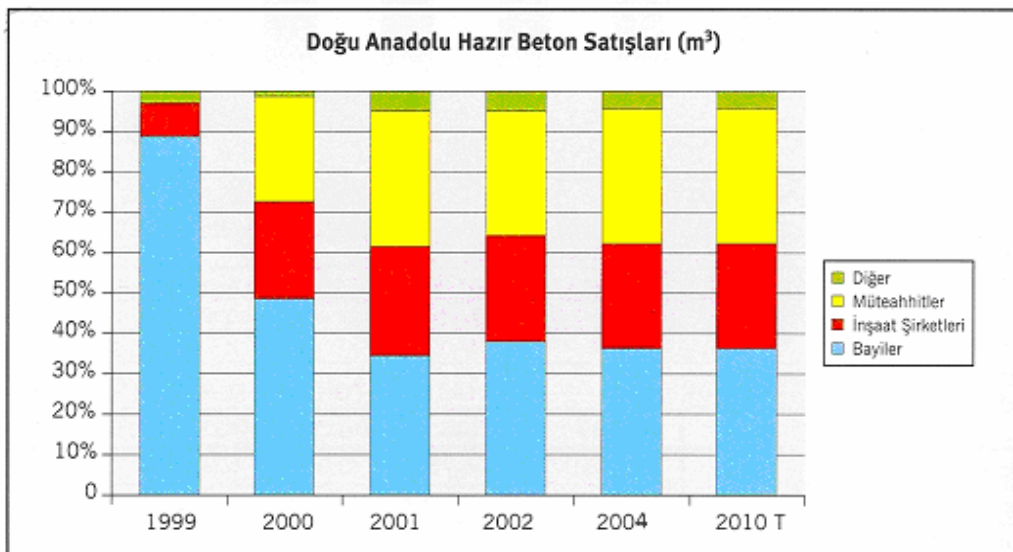
belirtilmiştir. Petrokokun ise hem zor bulunduğu hem de nakliyesinin çok zor olduğu ifade edilmiştir.[14]

Grafik 19. Doğu Anadolu Bölgesi iç pazar çimento satışları.[14]



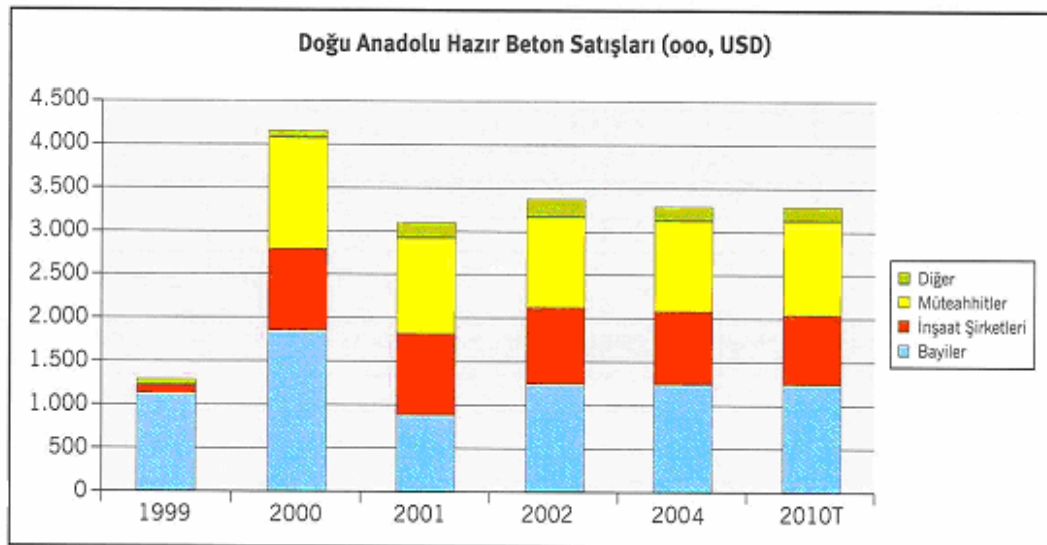
2000 yılı verilerine göre,Doğu Anadolu Bölgesi 257,681 m³ hazır beton üretim kapasitesine sahiptir.Hazır beton üretimlerinin %0.5'i Doğu Anadolu Bölgesi'nde gerçekleşmektedir.Yine beton tesislerinin %1'i bu bölgede bulunmaktadır.

Grafik 20. Doğu Anadolu Bölgesi hazır beton satışları .[14]



Hazır beton satışları 2000 yılında 139,486 m³ olarak gerçekleşmiştir. Ancak beton kullanımının bölgede önümüzdeki yıllarda azalacağı bunun nedeni de bölgede baraj yatırımlarının azalmış olacağına bağlanıyor. Bölgede hazır beton satışlarının 1997 yıllarında başladığı belirtilmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi'nde hazır beton tesislerinin olmadığı yerlerden hazır beton alımına yönelik taleplerin artmaya başladığı, ancak günümüz koşullarından dolayı bu yerlere tesis kurulamadığı belirtilmiştir. Ağırlıklı olarak C20 standardında hazır beton üretimi gerçekleşmektedir. Özellikle deprem yönetmeliğinden sonra bu standartta üretime yönelindiğini vurgulanmıştır.

Grafik 21. Doğu Anadolu Bölgesi hazır beton satışları .[14]



Doğu Anadolu Bölgesi'nin bazı alanlarında agrega ocakları yeterli iken, bazı alanlarında yetersiz olduğu belirtilmiştir. Agreganın alanlarının yetersiz olduğu alanlarda hazır beton tesisi kurulamadığı için buralardaki taleplerin karşılanamadığı belirtilmiştir. Ancak temin edilen agreganın kalitesi hakkında bir sıkıntının olmadığı belirtilmiştir.[14]

4.2.Türkiye Beton Üretimini Başka Ülkeler İle Karşılaştırılması

Türk çimento sektörünün global arenada yerini belirlemek amacı ile gelişmekte olan ülkeler Meksika ve Malezya, son yıllarda ekonomisi hızlı büyüyen ülke Portekiz ve gelişmiş Avrupa ülkelerinden olan Fransa ve İtalya ile karşılaştırılmıştır.

Fransa ,endüstrileşmesi uzun yıllar önce başlayan ve çimento sektörü tarihi 1850 'lere dayanan bir ülkedir. Bu açıdan Türkiye ile bir benzerliği bulunmamaktadır ancak ideal bir pazar olarak ele alınmaktadır. Fransa'da 1998 yılında çimento tüketiminin yaklaşık %40'i kamu inşaatlarında kullanılır iken bu oran 1999 yılında %37 ye 2001 yılında ise %34 seviyelerine gerilemektedir. Konut inşaatları %26 sanayi ve ticari yapılar %20 iken ,bakım yenilemede %20 gibi bir orana sahiptir. Fransa da tüketilen çimentonun %46 tısı hazır beton yapımında kullanılır iken Türkiye de bu oran 2000 yılında bu %28.6 seviyesinde gerçekleşmiştir. Avrupa hazır beton organizasyonu ERMCO'nun verilerine göre 1999 itibari ile 570 hazır beton firması ve 1650 üretim tesisi bulunmaktadır.1965 yılında 44 adet olan hazır beton firma sayısı hızlı artarak 1985 yılında 665e ulaşmıştır. 1970 yılında Fransa da 0.27 m³ olan kişi başı hazır beton tüketimi 1984-1990 yılları arası hızla artarak 1990 yılında 0.61 m³ ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır.1999 yılında kişi başı hazır beton tüketimi Fransa da 0.57 m³ olarak, Türkiye de ise 0.35 m³ olarak gerçekleşmiştir. Son 30 yıldır Fransa da kişi başı çimento tüketimi düşüş gösteriri iken kişi başı hazır beton kullanımı iki katına ulaşmıştır.

İtalya demografik sosyal ve politik yönlerden Türkiye ile benzerlik gösteren bir Akdeniz ülkesi olarak sektörün gelecekteki konumu hakkında bize ışık tutabilecek bir ülkedir. Sektörün gelişimi 1950 yılından itibaren çok hızlı olmuş ancak 1980'lere gelindiğinde artık endüstrileşmesi ve yapılaşması belli bir aşamaya geldiğinden çimento sektöründe talep artışının hızını kestiği ve durağan bir döneme girildiği görülmektedir. Türkiye'nin ise mevcut durumda endüstrileşmesi ve yapılaşma süreci devam ettiğinden, şu an

İtalya'nın büyüme dönemine benzemektedir. İki ülke arasındaki zaman farkı göz önünde bulundurularak aradaki benzerliği incelemek üzere yapılan regresyon analizinde İtalya ile 19 yıl ara ile çok yakın benzerlik gösterdiğimiz ortaya çıkmıştır. Bu benzerlikten yola çıkılarak yapılan tahminlerde, Türkiye de büyüme döneminden olgunluk döneme geçiş yapılır iken, kişi başı çimento tüketiminin 625-735kg ağırlığında olacağı tahmin edilmektedir (2019). İtalya da büyüme döneminin sonunda kişi başı çimento tüketiminin 750 kg olduğu ancak 2000 yılı itibariyle 656 kg düştüğü görülmektedir. Türkiye dede İtalya ile benzerlik ve çimento sektörü yaşam döngüsü göz önünde bulundurulursa, kişi başı çimento tüketiminin bu seviyelerden sonra düşüşe geçeceği tahmin edilmektedir.[10,14]

Yapılan regresyon analizinde 2010 yılında kişi başı çimento tüketiminin 580-675 kg seviyesinde olacağı ve toplam çimento tüketiminin 44,5 ile 52 milyon ton aralığında olacağı hesaplanmıştır.

İtalya da büyüme döneminde bir çok tesis kurulduğu, bu tesislerin içinde düşük kapasiteli tesislerin ve bağımsız öğütme tesislerinin de olduğu görülmektedir.1965 yılında 76 firma ve 120 üretim tesisi bulunmakta iken, zaman içinde verimsiz ve düşük kapasiteli tesislerin kapanması, yaşanan birleşim ve satın almalar sonucunda bu sayı 28 firmaya ve 86 üretim tesisine inmiştir.İtalya da konsolidasyonun devam edeceği beklentisi mevcuttur. Pazardaki oyuncuların çok olması ve pazarın bölünmüşlüğü açısından Türkiye, incelenen ülkeler içinde en çok İtalya ile benzerlik göstermektedir. İtalya da kişi başı beton kullanımının 1970'li yıllarda 0.3 m³ seviyesinde olduğu, 1980'li yıllarda hızlı bir şekilde artarak 1.2 m³ seviyesine ulaştığı görülmektedir.Bu dönemde hazır beton kullanımında yaşanan hızlı artışın arkasındaki nedenlerden biri, İtalya nın1980 yılında yaşadığı 7.2 şiddetindeki deprem felaketinde yaşanan can ve mal kaybı sonucunda bir bilinçlenme sürecinin başlamasıdır.

Gelişmekte olan ülkelere Meksika kişi başı çimento tüketiminde Türkiye'nin gerisinde olan, hazır beton kullanımı düşük bir ülke konumundadır.Ancak dünyanın üçüncü büyük çimento şirketi Cemex Meksika kökenlidir. Cemexin global olarak büyümesi iç pazarda büyümesinin bir

sonucu olmuş, Meksika da güçlenen Cemex faaliyetlerini birçok ülkeye yaymıştır. Türkiye ve Meksika'nın kişi başı çimento tüketim trendleri incelendiğinde, 1960'lı yıllarda iki ülkede de kişi başı çimento tüketim miktarlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ancak, Türkiye'nin kişi başı çimento tüketimi daha hızlı artarak 500kg seviyesine ulaşırken, Meksika da tüketim 300kg seviyesine gelmiştir. Bununla birlikte, Türkiye'nin kişi başı tüketim eğrisinde çok büyük dalgalanmalar gözlenirken Meksika'nın tüketim eğrisinde büyük dalgalanmalar, keskin iniş ve çıkışlar görülmemektedir.

Portekiz de iki üretici firmanın toplam altı tane üretim tesisi, bir tane hammadde tesisi mevcuttur. Fabrikalar genellikle ülkenin kıyı bölgelerinde konumlanmışlardır. Portekiz şehirleşme oranı %36 seviyelerinde olup, Türkiye'nin %69 olan şehirleşme oranına göre oldukça düşük seviyededir. Avrupa birliği tarafından desteklenen ve finanse edilen altyapı projeleri ve ekonomide yaşanan olumlu gelişmeler etkisi ile, Portekiz çimento tüketimi düzenli olarak artmıştır. 1985 yılında 5.3 milyon ton olan çimento tüketimi, 2000 yılında ikiye katlanarak 10.5 milyon ton seviyesine ulaşmıştır. Türkiye de 1985-2000 dönemi arasında aynı oranda bir büyüme göze çarpmaktadır. Türkiye de 1985 yılında 15.8 milyon ton olan çimento tüketimi, 2000 yılında 31.5 milyon tona ulaşmıştır. Portekiz de olduğu gibi Türkiye'de de çimento tüketimi 15 katına yükselmiştir. Kamu altyapı inşaatları, son yıllarda Portekiz inşaat sektörünün lokomotifi olmuştur. 1993 yılında toplam yapı inşaatlarının %44'ünü oluşturan kamu inşaatları, 2000 yılında %47'ye, konut inşaatları %27, sanayi ve ticari yapılar %26 olmuştur. Portekiz'de 1999 yılı itibarı ile 48 hazır beton firması 200 üretim tesisi bulunmaktadır. 1988 yılında 25 firma ve 65 üretim tesisi olduğu düşünülürse, sektörün hızlı bir şekilde büyüdüğü görülmektedir. Portekiz'de kişi başı hazır beton tüketimi özellikle son 10 yılda hızlı bir şekilde artmıştır. 1988 yılında kişi başı hazır beton tüketimi $0.17m^3$ iken bu 1999 yılında 0.85 'e yükselmiştir. Bu artışın daha artması beklenmektedir.[10,14]

5. BETON MALZEMENİN BAŞKA MALZEMELERLE KARŞILAŞTIRILMASI

Beton malzemeyi anlamanın en iyi yolu kendi statüsündeki diğer malzemelerle karşılaştırmaktan geçer. Bu nedenden dolayı aşağı bölümlerde ahşap ve çelik malzemeleri incelenmiş ve beton malzeme ile kıyaslanmıştır.

5.1. Ahşap Malzeme

Ahşap, canlı bir organizma olan ağaçtan elde edilen lifli, heterojen ve anizotrop bir dokuya sahip organik esaslı bir yapı malzemesidir. Ahşap, en eski yapı malzemelerinden birisidir. İnsanoğlu ahşabı eski çağlardan beri barınma ve korunma amaçlı olarak kullanmaktadır. Günümüzde ormanların çeşitli nedenlerle azalması, yerine yenisinin yetiştirilememesi veya geç yetişmesi ahşabın değerini artırmıştır. Gelişen teknolojiyle birlikte ahşabın yerine plastik, metal, alüminyum, beton ve çimento mamulleri kullanılmasına rağmen görünüş, izolasyon ve istenilen şeklin kolayca verilmesinden dolayı ahşap her zaman tercih edilmektedir. Ahşap; çatı elamanları, doğrama ve kaplama malzemesi, kalıp ve iskelelerde taşıyıcı ve dekoratif malzeme olarak kullanılmaktadır. Ayrıca önceleri köprülerde de taşıyıcı malzeme olarak kullanılmıştır. Ahşap dülgerlik, doğrama ve mobilya işlerinde gereklidir. Bugün ahşabın atıkları olan yonga, talaş ve tozlarından da üretilen yapay yapı malzemeleri vardır. Bunlar yonga ve lifli levhalar (sunta, kontrplak) ile ahşap talaşlı hafif beton plaklar (heraklit, kontratabla) olarak sıralanabilir. Ahşabın kesilerek standart boyutlara getirilmiş haline ise kereste denir.[13,21]

5.1.1. Ahşaba Zarar Veren Etkenler ve bozulmalar

Ahşap görüntü ve kullanım açısından uzun yıllar boyunca sürekli olarak tercih kullanılan bir inşaat malzemesi olmuştur. Ancak ahşap malzemedeki doğru ve uzun süreli bir dayanıklılık beklenti için düzenli bir şekilde bakımının yapılması gerekmektedir. Ahşabın maruz kaldığı çok sayıda zararlı etken vardır. Bunların en önemlileri aşağıda sıralanmaktadır.

1-Renk Değişimi; Çoğunlukla mantar etkisiyle meydana gelir. Reçinelerde yaş halkalarında mavileşme, kayınlarda sarı lekelerin oluşması olarak göze çarparlar. Aynı zamanda bu lekeli yerler diğer bölgelere göre daha yumuşak dokuludur.

2-Çürüme; Çürümeler genelde mantar etkisiyle ortaya çıkar. Çürüme olan yerler yumuşar, tozlaşır ve zamanla kovuk haline dönüşür. Bu çürümelere, genellikle rutubetli, ışıksız ve hava akımının olmadığı yerlerde depolanan ahşaplarda rastlanır. Bu ortamlar mantarlaşmayı kolaylaştırır. Ahşabın mekanik ve fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkiler.

3-Böcekler; Bazı böcekler odunu yiyerek beslenirler. Bu böceklerin faaliyeti ile ahşabın içinde bir takım boşluk ve kanalcıklar şeklinde böcek ve kurt yenicleri oluşur. Kesitin azalması nedeni ile dayanım düşüklüğüne sebep olan bu gibi oyuklar ahşap için kusur sayılır.

Ahşabı bu zararlardan korumak için civabiklorür, kreosot, bakırsülfat, çinloklorür, krom, arsenik, bor veya flor tuzları yâda bezir yağı ile korunmalıdır.

1-Mantarlar; Tohumları ormanda, ahşabın kesildiği veya kurutulduğu fabrikada fazla miktarda bulunduğundan yapıya gelen her kerestede yeterli miktarda mantar bulunmaktadır. Ahşabın çürümesine, renginin bozulmasına, lekelenmesine neden olurlar. Renk bozulması ve lekelenmeler ahşabın dayanımını etkilemez. Bazı tür mantarlar ahşabın selüloz veya ligninine hücum ederek ahşabı bozarlar. Ancak rutubetli havada üremeleri mümkün olduğundan ahşap kuru kaldığı veya havalandırıldığı sürece mantar üremesi mümkün değildir. Ahşabın nem alması halinde borucuklar içinde üreyerek çürümesine, yumuşamasına ve mukavemet kaybına sebep olurlar. Bu nedenle kullanılan ahşap rutubet almayacak şekilde yapılmalıdır.

2-Kurtlar; ahşap içerisine bıraktıkları yumurtalardan çıkan yavrular ahşabı talaş haline getirir. Açtıkları kanalarda süngerimsi ortam oluştururlar. Kanallar genellikle dış yüze kadar çıkmadığından varlıkları vurulduğunda çıkardığı sestten anlaşılır. Bazı zehirli maddeleri bünyeye vermek yararlı sonuçlar sağlar.

3-Yangın; Yanıcı olan ahşaba ateşe karşı korumanın iki yolu vardır. Birincisi yüksek sıcaklıkları ahşaba yaklaştırmamak için üzerine kireçli, alçılı, killi sıvalarla kaplamak, ikincisi ise üzerini alevlenmeyen boyalar ile boyamaktır. Boraks ve alüminyum tuzlu kimyasal sıvıları ahşaba şırınga ederek yangın dayanıklılığı artırılabilir.

5.1.2. Beton ve ahşap karşılaştırılması

Betonarme ahşaba göre beş kat, çelik ise 13 kat ağırdır.100 m² lik betonarme karkas sistemin yaklaşık 75 ton,100 m² lik ahşap karkas sistemi 2,5-4 ton arasında geldiği böylece temele gelen yüklerin 20 ile 30 kere daha az olduğu tespit edilmiş. 1cm kontrplak veya ahşap, 16cm betonun ısı izolasyon değerine eşittir. Belli bir açıklıktan sonra kendini bile taşıyamayan betonun, önlem alınmazsa çelik çatının, önce aşırı genleşme yüzünden deforme olarak taşıyıcı özelliğini kaybettiğini, 600 dereceden itibaren çökme riski taşıdığını ve bu yüzden 15 dakika içinde çökebileceği, ısıda genleşmesi sıfır olan ahşap çatının ise yanarak taşıyıcı gücünü kaybedene kadar ortalama bir saat ayakta kalabildiği ve bu yüzden canımızı kurtarabileceğimiz uzmanlar tarafından test edilebilmiştir. 20 yüzyıl başında betonarmenin fiziki ömrünün, karbonlaşma ve korozyon sorunu yüzünden ortalama 60 yıl olduğu artık bilimsel olarak kabul edilmiştir.

Ahşap yapılarda yaşayanların fizyolojik ve psikolojik açıdan kendilerini çok daha sağlıklı hissettiklerini, betonarme evlerde ikamete mecbur kaldıklarında rahatsızlıklarını deneylerle ispat edilebilmektedir... Romatizma, astım, böbrek hastalıkları ve dolaşım bozuklukları üzerinde insanla birlikte nefes alan ahşabın olumlu etkileri olduğu, buna karşılık betonun sürekli radon gazı yayarak bedenimiz üzerinde toksin etki yaptığı da tıbbi çalışmalarla ortaya çıkarılmış. Bahsedilen radon radyoaktif bir gazdır. Bu yüzden akciğer kanserinden ölenlerin yüzde 14 ünün radona maruz kalanlar olduğu tespit edilmiştir. İşte bu yüzden Amerika da beton olan evlerde radon gazı tahliye aspiratörleri 24 saat çalıştırılmaktadır. İstanbul da 398 ev üzerinde yapılan

ölçümde 260 bekarele değerler bulunmuş, bunların tümü beton evlerdir. Zemini beton iki adet ahşap evde ise 10 bekarel ölçülebilmiştir.[13,21]

5.2. ÇELİK

Demirin ilk kez M.Ö. 1500 yıllarında Kuzeydoğu Anadolu ve Kafkasya'da üretilip kullanıldığının bilinmesine karşın ülkemizde yapı malzemesi olarak yeterince bilinmemektedir.Yapı çeliği, homojen, izotrop ve sürekli denetlenerek üretildiğinden güvenli bir malzemedir. Yüksek dayanımı nedeniyle öz ağırlığının taşıdığı yararlı yüke oranı küçüktür ve montajı tamamlandığı anda tam yükte çalışabilme özelliği vardır.

5.2.1 Çeliğin Avantajları

- Mimari Özgürlük
- Narinlik
- Hafiflik
- Çok Katlı Bina Yapımı
- Depreme Dayanım
- Prefabrikasyon
- Kolay Denetim
- Hızlı Yapı Üretimi
- Ekonomi
- Değişim
- Dönüşüm
- Güçlendirme

Mimari Özgürlük

Büyük bir bölümü ülkemizde de kullanılmakta olan hassas fabrikasyon teknolojileri; çelik çerçeveli sistemlerin CAD programları ve bilgisayar kontrollü bükme, kesme, delme ve kaynak makineleri ile her biçimde üretilen standart veya özel yapı elemanlarından oluşturulmasını sağlamaktadır.

Bugüne dek olanaksız olduğu düşünölen işlemler sonucu oluşun ve istenen yükün en az malzeme ile taşınmasını sağlayan bu elemanlar, alışılmışın dışında taşıyıcı sistem kullanma olanağı ile mimarların artistik özgürlüklerini de genişletmektedir.

Narinlik

Yapısal çeliğin yüksek dayanımı nedeniyle öz ağırlığının taşıdığı yararlı yüke oranı küçüktür. Çelik çerçeveli yapılarda bu nedenle küçölen kolon ve kiriş boyutları önemli avantajlar sağlamaktadır.

Hafiflik

Çelik çerçeveli yapılarda kullanılan yapısal çeliğin yüksek dayanımı nedeniyle öz ağırlığının taşıdığı yararlı yüke oranının küçöken olması eleman boyutlarının da küçölenerek yapı ağırlığının azalması sonucunu doğurmaktadır.

Azalan ağırlığın zincirleme etkisi;

- Tüm taşıyıcı eleman boyutlarının küçölenmesi ve daha büyük açıklıkların geçilebilmesi ile kullanım alanlarının genişlemesi,
- Mimari özgürlüklerin sınırlarının genişleyip alışılmışın dışında taşıyıcı sistemlerin kullanılabilmesi,
- Küçölen temel boyutlarına göre kazı miktarının azalması,
- Çok kötü zeminlerde bile bina yapılabilmesi,
- Taşınacak malzemelerin çeşit ve miktar olarak azalması,
- Deprem hesaplarında kullanılan yatay yüklerin yapı ağırlığıyla orantılı olarak azalması ile daha yüksek ve depreme dayanıklı binaların yapılabilmesi ve
- Yapım süresinin kısılması

Olarak özetlenebilecek avantajlar ile çelik çerçeveli yapıların önemli oranda ekonomik olmalarını sağlamaktadır.

Çok katlı bina yapımı

Betonarme yapı sistemlerinin uygulandığı çok katlı binalarda; döşeme ve kiriş maliyetlerindeki küçük artışlara karşın, kolon maliyeti yapıdaki kat sayısı ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

Yükseklikle artan rüzgar ve ağırlıkla artan deprem gibi yatay yük etkilerine karşı kullanılan betonarme elemanların maliyeti ise hızla artarak genel yapısal maliyet içinde büyük oranlara ulaşmaktadır.

Çok katlı çelik çerçeveli binalarda ise; döşeme ve kirişlerin özel yöntemlerle azaltılan maliyetlerindeki artışlar, betonarme yapılardaki kadar veya daha küçük olmaktadır. Rüzgar ve deprem yüklerinin bir bölümü veya tamamı betonarme çekirdek veya perde duvarları tarafından taşınan, prefabrik beton veya hafif çelik çerçeveli sistemlerle de çok katlı binalar yapılabilmektedir.

Ancak, ulaşılabilecek kat sayısının sınırlı olması, yatay yük taşıyıcı elemanların yerinde üretilmesinin getirdiği zorluklar ve toplam yapım süresinin uzaması nedeniyle bu tür sistemler tercih edilmemektedir.

Depreme Dayanıklılık

Tasarım ve üretiminin doğru yapılması ve denetlenmesi koşuluyla yığma, betonarme veya çelik çerçeveli olsun her türlü taşıyıcı sistem ve malzeme ile depreme dayanıklı binalar yapılması olanaklıdır. Ancak, 11 büyük depremin binalara verdiği hasarların incelenmesi; çelik çerçeveli yapıların, can kayıplarının önlenmesi ve mal/iş kayıplarının azaltılması bakımından, diğerlerinden çok üstün olduklarını göstermiştir.

Kolay Denetim

Çelik profil olarak üretiminde denetlendiği gibi, çoğu bilgisayar kontrollü makineler ile prefabrik yapı elemanı haline getirildiği fabrikalarda da sürekli olarak denetlenmektedir.

Ayrıca, beton içinde kalmayan çelik taşıyıcı sistem elemanları ile birleşimlerinin nitelik ve niceliklerinin; üretiminin her aşamasında ve yapının kullanılmaya başlanmasından sonra, proje ve yönetmeliklere uygunluğu kolaylıkla denetlenebilmektedir. Bu özellik, betonarme yapılarda sıkça

rastlanan ve ne yazık ki büyük can ve mal kayıplarına neden olan depremlerden sonra ortaya çıkan, bilinçli veya bilinçsiz olarak yapılan hataların önlenmesi bakımından önemlidir.

Hızlı Yapı Üretimi

Çelik çerçeveli yapıların tercih edilmesinde en önemli etken olan zaman kavramına ülkemizde önem verilmemekte, bir binanın yapım süresinin planlanandan bir kaç kat daha uzun olması doğal karşılanmaktadır.

Oysa taşıyıcı sistemlerin maliyeti kıyaslanırken, örneğin; çelik çerçeveli bir hastanenin aynı büyüklükteki betonarme çerçeveli hastaneden bir yıl daha erken hizmete açılması durumunda elde edilecek işletme veya kira gelirinin büyüklüğü de dikkate alınmalıdır. Çelik çerçeveli yapı elemanları; kesme, düzeltme, temizleme, delme, kaynak ve boya gibi her türlü işlemin bilgisayar kontrollü makineler ile dış hava koşullarından bağımsız olarak yapıldığı fabrikalarda kısa sürede üretilmektedir. Bu üretim gibi çok basit olan montaj işlemi de her türlü hava koşullarında kısa sürede yapılabilir.

Betonarme yapılarda hava koşullarının uygun olması gerekliliği bir yana; kalıp hazırlama, demir döşeme, beton dökümü ve zorunlu olarak belirli bir süre beklendikten sonra kalıp sökümü gibi zaman alıcı işler tamamlanmadan birçok işe başlanması olanaksızdır.

Ekonomi

Çelik çerçeveli yapılar;

- a. Sıra dışı taşıyıcı sistemlere uygun olmaları,
- b. Narin elemanları ile daha geniş kullanım alanı sağlamaları,
- c. Zincirleme etkisi olan hafifliklerinin kazı ve temel boyutlarını küçültmesi,
- d. Kötü zeminlerde bile alınacak çok basit önlemler ile yapılabilmeleri,
- e. Çeşit ve ağırlık olarak daha az malzeme taşınmasını sağlamaları,

- f. Çok katlı ve/veya depreme dayanıklılık için pahalı imalat gerektirmemeleri,
- g. Prefabrik olmaları,
- h. Kalıp ve iskele gerektirmemeleri,
- i. Her türlü hava koşullarında yapılabilmeleri,
- j. Yapım ve kullanımları sırasında kolaylıkla denetlenebilmeleri,
- k. Vasıfsız işçilerle yapılabilmeleri ve
- l. Yapım sürelerinin kısalığı

gibi birçok nedenle betonarme çerçeveli yapılardan daha ekonomiktir.

Değişim

- I. Kullanım amacı değişen,
- II. Hasar gören ve
- III. Yer değiştirmesi gereken binalar ile
- IV. Merdiven, asansör vb. eklemeler yapılması,
- V. Geniş açıklıklar için kolon eksiltilmesi,
- VI. Kat yüksekliklerinin değiştirilmesi,
- VII. Büyütülmesi/küçültülmesi veya
- VIII. Yenilenen deprem vb. yönetmeliklerine uyarlanması gereken

binalarda bir dizi değişikliğin yapılması zorunludur. Betonarme çerçeveli binalarda çelik yapı elemanları kullanılmadan yapılması çoğu kez olanaksız olan tüm bu değişiklikler, çelik çerçeveli binalarda kısa sürede ve ekonomik olarak yapılabilmektedir.

Dönüşüm

Deprem vb. çeşitli nedenlerle kullanılmayacak duruma gelen betonarme yapılarda; yalnızca taşıyıcı olmayan elemanların önemli oranda fire verilerek sökülmesi, taşıyıcı elemanların ise yıkımı söz konusudur.

Çok az fire ile sökülebilen tüm elemanlarının yeniden kullanılabilmesi, çelik yapıların tartışılmaz üstünlüklerinden biridir. Başka bir yapıda

değerlendirilemeyen çelik yapı elemanları eritilerek ekonomiye yeniden kazandırılmaktadır.

Çelik yeniden kullanılabilen maddeler arasında en esnek olanıdır. Birçok atık madde yeniden ilk kullanım alanında değerlendirilebilirken eritilen çelik yapı elemanları; araba, tren, uçak, gemi, konserve kutusu vb. olarak başka alanlarda da yeniden kullanılabilir. Bu döngü içinde konserve kutuları bir haftada, arabalar 10–15 yıl, çelik bina ve köprüler ise yaklaşık yüzyılda, er veya geç yeniden kullanım için çelik fabrikalarına geri gelmektedir. Örneğin, konserve kutularının eritildikten sonra keskin bir bıçak veya asma köprülerde kullanılan çok güçlü bir kabloya dönüşmesi olasıdır. Tüm dünyada her yıl, yaklaşık 385 milyon ton çelik yeniden kullanılmaktadır. Bu değer; günde 1.055.000 ton, saatte 44.000 ton, saniyede ise 12 ton çeliğin, demir cevherine göre %60'ın üzerinde bir oranda daha az enerji harcanarak üretilip yeniden kullanılması demektir.

Güçlendirme

Çelik çerçevesel yapılarda; değişen yönetmeliklere uygun hale getirme, gereken bölümlerde tamir, değiştirme vb. işlerin kısa sürede yapılabilir. Depremlerde hasar gören veya çeşitli nedenlerle güçlendirilmesi gereken betonarme yapılarda da en etkili ve ekonomik yöntem yine çelik çerçevelerden yararlanmaktadır. [11]

6. SONUÇ

Beton, yapı itibari ile çimento, su, agrega üçlüsünün birleşiminden meydana gelen bir inşaat malzemesidir. Ülkemizde doğal ortamda su ve agrega kaynakları bol miktarda mevcuttur. Ancak çimento özel olarak üretilmesi gereken bir malzemedir. O halde çimentonun geleceğine bakarak beton malzemenin önümüzdeki yıllardaki gelişimini görebilmek mümkündür.

Türkiye'nin ekonomik gelişiminde sanayileşme ve altyapı yatırımları sürdürme zorunluluğu, hızla artan nüfus ve konut ihtiyacı sonucu inşaat sektörü ülkemizde önemli bir yere sahiptir. Türk inşaat sektörünün milli gelire katkısı 10 milyar doları bulmaktadır. Bu sektörün alt kolları ve temel taşları olan çimento ve hazır beton sektörleri de hem milli gelire, hem ülke istihdamına, hem de ülke imalat sanayinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır.

Türkiye'de çimento üretimi 1911 yılında Darıca ve Eskişehir'de açılan iki portland çimentosu fabrikası ile başlamıştır. Cumhuriyet döneminde ülkedeki çimento fabrikalarının sayısı hızla artmış ve çimento sektörü özellikle 2.Dünya Savaşı sonrası tüm dünyada gösterdiği ilerlemeye paralel olarak Türk Çimento Sektörü de hızlı bir gelişme yaşamıştır. Hızla artan ülke üretimi, temelde hızlı kentleşme ve alt yapı çalışmalarından kaynaklanan çimento ihtiyacı ancak 1960 yıllarında iç talebi karşılar hale gelmiştir. Her ne kadar Türkiye çimento ithaline 1963 yılında yeniden başlamış olsa da bu dönem uzun sürmemiş ve arttırılan üretim kapasitesi ile Türkiye 1970 yılında iç talebi tamamıyla karşılamış ve çimento ihracatına başlamıştır. 1979 yılında iç talepte azalma yaşanmış, önceki yıllarda yapılan yatırımlar ve arttırılan kapasiteden ötürü iç talep fazlası çimento ihracat yolu ile değerlendirilmiştir. 1983 yılında yaşanan kriz dönemi hariç iç talep sürekli olarak artmıştır. Mevcut talebi karşılamakta zorlanan fabrikalar, gerek modernizasyon çalışmaları gerekse kapasite artırımını yaparak üretimlerini arttırmışlar ve gerçekleştirdikleri ihracatla da Türkiye ekonomisine büyük katkılar sağlamışlardır.

Türk çimento sektörü teknolojik alt yapısı ile ve 39'u entegre 18 öğütme ve paketleme olmak üzere 57 tesisi ile Avrupa'da ilk, dünyada ilk 10 üretici ülkeden biri konumuna gelmiştir. Sektörde faaliyet gösteren kamu çimento fabrikalarının özelleştirilmesine 1987 yılında başlanmış ve 1997 yılında özelleştirme tamamlanmıştır. Sektörde faaliyet gösteren 57 fabrikanın tümü özel şirket olup bunların arasında yabancı sermaye de bulunmaktadır. 2000 yılında 35.9 milyon ton üretim yapan sektör Türkiye pazarına hizmet etmenin yanı sıra dünya ülkelerine de ihracat yapmaktadır. Sektör, ülkemizin dış ticaret dengesine pozitif yönde katkılar sunmaktadır. Ayrıca çimento üreticileri taşeronlar dahil olmak üzere yaklaşık 15.000 kişiye, hazır beton üreticileri de yine yaklaşık 15.000 kişiye iş imkanı sağlamakta; dolayısıyla toplam 30.000 aile sektör tarafından istihdam edilmektedir.

1911 yılında başlayan çimento üretimi 1978 yılına kadar düşük bir oranda büyüme eğilimi gösterdiği, 1978 - 1983 yılları arasında yaşanan geçiş sürecinden sonra sektörün büyüme evresine girdiği görülmektedir. 2001 yılı itibarı ile büyüme evresinin büyük bir kısmını tamamladığı ve önümüzdeki yıllarda olgunluk evresine gireceği düşünülmektedir.

Türkiye deki bölgeler incelendiğinde varılan sonuç, gelişmiş bölgelerde beton ihtiyacının ve buna bağlı beton üretiminin çok daha fazla olduğudur. Bu bölgelerdeki nüfus artışı ve endüstrinin gelişmesi, sürekli olarak yeni konut ihtiyaçlarını ortaya çıkarmış, yine bu bölgelerde devlet yatırımlarının diğer bölgelere oranla daha fazla olması da beton ihtiyacının artmasına neden olmuştur.

Türkiye, bugün Ege ve Akdeniz Bölgelerinden çimento ihracatı yapan bir ülke durumundadır. İhracata neden olan en önemli sebep bu bölgelerin uygun limanlara sahip olması ve yine buralarda yeteri miktarda çimento üretiminin yapılabilmesidir.

Avrupa Gümrük Birliğine girilmesi ve Avrupa Topluluğu'na giriş çalışmaları doğrultusunda, başta ihracat yapan sektörler olmak üzere birçok sektör Avrupa Standartlarına uygun şartlarda üretim yapma çabası içine girmiştir. Bu amaçla nihai üretim proseslerinde ve test standartlarında gerekli değişimlerin yapılması gerekmektedir.

Türkiye'nin Avrupa Gümrük Birliğine girmesinden önce Türk çimento sektöründe de ürün ve kalite standartlarına ve üretime yönelik hazırlık çalışmaları yapılmaya başlanmıştır. Türk çimento standartlarının Avrupa çimento standartlarına uyumunun sağlanması amacı ile Türk standartları Enstitüsü (TSE) tarafından revizyon çalışmaları yapılmaktadır. Belirtilen revizyon çalışmalarını gerçekleştiren TSE ne yardımcı olunması amacı ile Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB) alt komitesi kurulmuştur. Bazı çimento standartlarının revizyonu ile Avrupa Standartlarında olup Türkiye Standartlarında (TSE) olmayan bazı çimento standartlarının adaptasyonu çalışmaları TSE tarafından tamamlanmış ve kabul edilmiştir. 30. Temmuz ve 1. Ağustos 1997 tarihi itibarı ile Resmi Gazete'de yayınlanan ve Avrupa Normlarına göre üretilen çimento tipleri Portland-Silika füme çimento, Portland kalkerli çimento, Portland kompoze çimento ve Kompoze çimentodur.

Avrupa Birliğine girilmesi durumunda Portekiz'de olduğu gibi devletin kamu yatırımlarını arttırması ve dolayısı ile Türk Çimento Sektörünün pozitif etkilenmesi beklenmektedir.

Kamu yatırımları, inşaat sektörü ve dolayısı ile çimento sektörü için itici bir güçtür. Ancak, son yıllarda Türkiye'de kamu yatırımlarında belirgin bir düşüş gerçekleşmiş, devletin kamu yatırımları için ayırdığı ödenekler giderek azalmıştır. Devlet Planlama Teşkilatı verilerine göre devlet tarafından kamu yatırımları için ayrılan kaynağın toplam proje stoku içindeki payı 1994 yılında %10.2 iken 2001 yılında %6.6 ya gerilemiş durumdadır. Aynı şekilde, kamu yatırım ödenek tutarlarının gerçekleşen GSMH içindeki payı incelendiğinde,

8.ci plan dönemi başında 1996 yılında %5.1 iken 1998 yılında %5.3 çıktığı, ancak 1999 yılında %4.8'e gerilediği görülmektedir. 2000 yılı için programlanan ödenek toplamının GSMH 'ya oranı ise %4.7'ye gerilemiştir.

2001 yılı itibari ile Türkiye genelinde baraj ve hidroelektrik santralleri, karayolları, sulama kanalları gibi yoğun çimento kullanımını gerektiren altyapı projelerinin çoğu kaynak yersizliğinden dolayı durdurulmuş ya da ertelenmiş durumdadır.

Ekonomik krizin yanı sıra, inşaat başlama safhasında ek maliyetler getirilmesi sebebi ile planlanan inşaatların ve yatırım kararlarının durdurulmasına veya ertelenmesine neden olan yapı denetim yasasının getirdiği belirsizlik sonucunda Türk inşaat sektörünün GSMH içindeki payında azalma meydana gelmiştir. Devlet İstatistik Enstitüsü'nün verilerine göre inşaat sektörünün GSME içindeki payı 1998 yılında %5.8 iken 1999 yılında %5.6 'ya 2000 yılında %5.2'ye gerilemiştir. Türk inşaat sektöründeki durgunluğun en önemli nedenleri, konut ve konut dışı bina yapımlarında ve devletin finanse ettiği,altyapı yatırımlarında görülen büyük oranda gerilemedir.

Türkiye'de asfalt yol yapımı ağırlıklı olarak tercih edilirken, beton yol ise şehir geçişleri, fabrikaların ya da sitelerin iç yolları gibi sınırlı alanlarda kullanılmaktadır. Mevsimler arasında sıcaklık farkları ve ağır taşıt trafiği fazla olan Türkiye'de asfalt yollar beton yollara göre daha az ömürlü ve dayanıksız kalmaktadır. Bununla birlikte, asfalt yolların yapımı petrole bağımlı iken beton yol yapımı için gerekli olan çimento ve hazır beton ülkemizde üretilmektedir. Beton yolların ilk yapım maliyeti yüksek olmasına rağmen bakım ve onarıma daha az ihtiyaç duyulması, yani daha uzun ömürlü olmasından dolayı beton yolların yapımı asfalt yol yapımına göre daha avantajlı görülmektedir.

Dünyadaki uygulamalarına bakıldığında, Amerika Birleşik Devletinde oto yolların %80 inin betondan yapıldığı, Avrupa'da ise Almanya öncü olmak üzere Belçika, İsviçre ve Fransa'da otoyolların önemli bir bölümünün beton

yol olduğu gör÷lmektedir. Beton yol bu ÷lkelerde daha sağlam ve uzun ömürlü olmasından dolayı tercih edilmektedir.

Bütün bu örneklerden de anlaşılacağı üzere, Türkiye 'de de beton yol yapımın otoyollarda kullanımının yaygınlaştırılması için tanıtım çalışmalarının yapılması büyük önem taşımaktadır.

Beton yalnızca inşaat sektöründe kaba inşaatlarda kullanılan bir malzeme olmaktan çıkıp içine katılan özel polimerlerle yer döşemelerinden tutun da, izolasyon maksatlı olana kadar inşaat ince işlerinde de aranılan ve uygulamalarda başarılı sonuçlar alınmasını sağlayan özel bir malzeme haline gelmiştir. Sürekli olarak gelişme gösteren ve yepyeni alanlarda bize kendini sunan bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır.

Türkiye'de çelik betona karşı alternatif ürün olarak kabul edilmekte ancak mevcut durumda büyük ölçüde ithalata dayalı olması ve kullanımına yönelik teknik altyapının eksik olmasından dolayı beton ihtiyacını azaltılabilecek bir unsur olarak görülmemektedir.

Türkiye'de çelik konstrüksiyon yapıları sanayi yapılarda kullanılmaktadır. Çelik konstrüksiyon yapıların kullanımı Türkiye'de sadece Ege ve Marmara Bölgeleri ile sınırlı kalmaktadır. Dünya ÷lkelerinde, özellikle Amerika'da olduğu gibi, çelik konstrüksiyon yapıların yüksek binalarda kullanımı Türkiye'de henüz başlamıştır. Ancak yüksek yapıların malzemesi olarak bilinen çeliğin son olarak Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ikiz kulelerin yanması ile, yüksek binalar için çok da uygun bir malzeme olmayabileceği gör÷lmüştür. Çeliğin çıkan yangından çok çabuk etkilenmesi ve göçmesi, yıkılmasından dolayı bir çok insan hayatını kaybetmiştir. Bu nedenle, yeni yapılan gökdelenlerde beton malzemenin kullanılmasına yönelik çalışmalar başlamıştır.

Türkiye’de ahşap kullanımı ağırlıklı olarak kırsal alanlarda tatil amaçlı kullanılan binalarda tercih edilmektedir. Belki de ileri günlerde betonun kullanılmayacağı geniş alanlarda ladin gibi sert ağaçlardan yararlanılabilir. Bugün itibari ile Türkiye’de ahşap kullanımı yaygın değildir. Bu yüzden beton malzemeye bir rakip olarak görülmemektedir.

Beton malzemenin avantajları bu malzemenin inşaat sektöründe kullanımını arttırmış ve bu malzemenin vazgeçilmez bir malzeme olmasını sağlayabilmiştir. Beton malzeme ile istenilen boyutlarda beton elemanların üretilebilmesi, yerinde olduğu gibi özel olarak fabrikalarda bunun gerçekleştirilebilmesi, inşaatla erişilmesi güç noktalara plastik özelliğinden dolayı ulaşabilmesi, sertleşmiş betonun basınca olan yüksek dayanımı, çelik gibi korozyona çabuk uğramaması, yangından belirli bir aşamaya kadar nispeten çok daha az etkilenmesi, estetik ve yine ekonomik olması en önemli avantajları arasında sayılabilir.

Türkiye henüz alt ve üst yapı inşaatlarını tamamlayamamış bir ülkedir. Bu işleri tamamlamak için gerekli çalışmalar yapılmaktadır. Bütün bu inşaat işlerinde kullanılan ana malzeme de betondur. Çünkü beton ülkemizde hem ucuz hem de kolay bulunan bir malzeme olmuştur. Bunda betonu oluşturan hammadde kaynaklarının bolca bulunmasının katkısı büyüktür. Aynı zamanda bu sektör ihtiyaca göre sürekli gelişim göstermektedir. Bugün için beton artıkları da önemli bir çevresel sorun olarak karşımıza çıksa da atıkların agrega olarak kullanılması ile hem bu atıklar kullanılmış olacak hem de doğa daha az tahribata uğrayabilecektir. Beton doğru bir şekilde uygulanırsa insanlık için çok önemli bir malzeme olmaya devam edecektir. Bütün bu önemli özelliklerinden dolayı söylenebilir ki, beton gelecek yirmi beş yılda da bugün de olduğu gibi Türkiye’nin inşaat sektöründeki en önemli inşaat malzemesi olmaya devam edebilecektir.

7.KISALTMALAR

TSE	:Türk Standartları Enstitüsü
TÇMB	:Türk Çimento Müstahsiller Birliği
MTA	:Maden Teknik Araştırma
DPT	:Devlet Planlama Teşkilatı
GSMH	:Kişi Başı Gayri Safi Milli Hasıla
DİE	:Devlet İstatistik Enstitüsü
ERMCO	:Dünyada Hazır Beton Birliği
PÇ	:Portland Çimento
PKÇ	:Portland Katkılı Çimento
PZÇ	:Puzzolonit Çimento
KZÇ	:Kompozit Çimento
PKÇ/B	:Portlant Katkılı Çimento (Katkı Oranı %40 dan fazla)

KAYNAKLAR

- [1] Neville,A.M.,”Propertiesof concrete”, Pearson Educatio Limit., Harlow,2000.
- [2] Eriç ,M., “Yapı Fiziği ve Malzemesi” Literatür Yayınları, İstanbul, Nisan 2002 .
- [3] Ersoy ,H., “Kompozit Malzeme”,Literatür Yayınları, İstanbul,Ekim 2001.
- [4] Erdoğan ,T.,”Beton”, O.D.T.Ü Geliştirme Vakfı Yayıncılık , Mayıs 2003.
- [5] Postacıoğlu,B.,“Memleketimizde karşılaşılan beton sorunları”,Çağlayan Matbaası,İstanbul,1977.
- [6] Kühl,H., “Zement Chemie Veb, Verlog Technik”,Berlin,1956.
- [7] Fidan S. Mısırlıoğlu A. İmançer V.,”Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri”,T.C.Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarı Yayın no:DPT:2434-ÖİK:491 , Cilt 2 ,Nisan 1996.
- [8] Karakule, F., “Türkiye beton birliği ve hazır beton sektörü”,TürkiyeMühendislik Haberleri Dergisi, sayı 426,Mayıs 2003.
- [9] Biasioli, F., “Dünyada hazır beton ve Ermco”, Hazır Beton Dergisi, Mart-Nisan 2003.
- [10] Taşdemir,M., “Günümüz Beton Teknolojisi ve Gelecekteki Beklentiler” Hazır Beton Dergisi, Mart-Nisan 2003.
- [11] Akbay,F .,”Çelik Yapılar” www.fatihakbay.tripod.com
- [12] Kurugöl,S., “Mimar Sinan Üniv.Doktora tezi” Haziran 1997.
- [13] Kürşad O., “Beton ve Ahşap “,www.kagirahsap.saglikli.yasam.evleri.com
- [14] TÇMB., “Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği” Stratejik Araştırma Raporu,Ankara,2000.
- [15] Kozanoğlu,C.,”Betona etki eden kimyasal maddeler ve önlemler”,Prefabrik Birliği Dergisi , sayı 9,Ocak 1989.
- [16] Kocataşkın,F.,”Betonun dünü,bugünü,yarını”,Teknik Üniv,İstanbul 1985.

- [17] Lawson,B.,”Building materials energy and the environmet”, Prefabrik Birliği Dergisi ,sayı 11,Mart 1996.
- [18] Akman,S., “Betonda dayanıklılık özelliği ve önemi”,İnşaat Fak.Teknik Ün.v.İstanbul
- [19] Baysal,B.,”Polimer katkılı çimento betonları”,ODTÜ,Fen Edebiyat Fakültesi,yay.no:33 Çağlayan Basım evi İstanbul 1981.
- [20] Maden Teknik Arama ,mta.org.tr
- [21] Erdoğan,E.,”Ahşap mükemmel bir yapı malzemesi”,Türkiye mühendislik haberleri dergisi sayı 427,Nisan2003.
- [22] Akman,S.,”Yapı malzemelerin tarihsel gelişimi”,Türkiye mühendislik haberleri Dergisi ,sayı 426,Nisan 2003.
- [23] www.arkitera.”Betonda aranan özellikler”
- [24] Öztürk M.,”Beton üretim tesisleri ve kirlilik”,www.cevreorman.gov.tr.