*Yayın Geliş Tarihi: 05.11.2016*
*Yayın Kabul Tatihi: 02.03.2017*
*Online Yayın Tarihi: 18.05.2017*



# GREEDY ALGORİTMASI İLE DENGELİ TAMAMLANMAMIŞ DENEY TASARIM BLOKLARININ OLUŞTURULMASI VE (63,651,3,3,1) TASARIMI

**Namık Kemal ERDOĞAN**[1]

## Öz

Optimal tasarımlar istatistiksel deney tasarımlarında önemli bir role sahiptir. Deney tasarımlarında sistematik değişimi azaltmak ve etki tahminlerinin doğruluğunu artırmak temel amaçtır. Bu amaçla deney tasarım bloklarından yararlanılır. Blok tasarımları, verilen koşullar altında en uygun tasarımı elde etmeye yöneliktir. Dengeli tamamlanmamış blok tasarımları, her tasarım bloğunun ve uygulama düzeyinin aynı sayıda ortaya çıktığı durumlarda kullanılır. Bu çalışmada da Greedy algoritması yardımıyla dengeli tamamlanmamış (63,651,3,3,1) blok tasarımı oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** İstatistiksel deney tasarım blokları, tasarım teorisi, ayrık matematik

# GENERATION OF BALANCED INCOMPLETE BLOCKS DESIGNS VIA GREEDY ALGORITHM AND (63,651,3,3,1) DESIGN

## Abstract

Optimal designs play important role in the area of statistical experimental design. Primary aim of experimental design is to decrease systematic variation and enhance the accuracy of impact prediction. Blocks design problems investigate optimal design under some conditions. Balanced incomplete blocks designs can be handled for conditions in which same number of every block and application level exist. Aim of this study is to present balanced incomplete block design (63,651,3,3,1) with using Greedy algorithm.

**Key Words**: Statistical experimental design blocks, design theory, discrete mathematics

[1]Doç.Dr., Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi, nkerdoga@anadolu.edu.tr

## Giriş

Deney tasarımı bir veya daha fazla faktörün etkilerinin araştırılması için oluşturulan deneylerden istatiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edebilmek için geliştirilmiştir. İstatistiksel deney tasarımları tarihsel olarak R.A Fisher ve F.Yates'in çalışmalarına dayanmaktadır. Daha sonra birçok araştırmacı tarafından bu çalışmalar geliştirilmiş ve birçok değişik tasarım oluşturulmuştur. Deney tasarımı için geliştirilen tasarımlar günümüzde farklı alanlarda uygulama alanı bulmuştur ve bu tasarımlar kombinatoriyal tasarım teorisi olarak da ifade edilmektedir. Kombinatoriyal tasarımın genel amacı sonlu bir kümenin elemanlarını özel bir kurala göre düzenlemektir. Kombinatoriyal tasarım teorisi matematikte grup teorisi, sonlu geometriler (afin ve projektif) , graf teorisi ve sayılar teorisine yönelikken uygulamada informasyon teorisi ve kod teorisi ile ilişkilidir (Dukes vd. 2009).

Litaratürde deney tasarımlarıyla ilgili iki farklı yaklaşım vardır. İlk yaklaşımdakiler ( matematikçiler ve istatistikçiler) tasarımların sayısal özellikleri ile ilgilenirken, ikinci yaklaşımlardakiler ise (istatistikçiler ) tasarımların optimal özellikleri ve informayon matrisi ile ilgilenirler.

Bir deney tasarımında en önemli nokta kontrol edilebilir faktörlerin etkisinden kontrol edilemeyen (gürültü faktörü) faktörlerin etkisini ayırmaktır. Bunun için yapılan işlemlerden birisi bloklamadır. Bloklama deney birimlerini gruplamak, parçalamak veya bölmek anlamına gelmektedir. Her bir bloktaki gözlemler benzer deney koşulları altında biraraya getirilir. Bloklamanın iyi bir şekilde yapılması sonucu iki veya daha fazla denemelerin karşılaştırılması, bloklanmamış bir düzendeki karşılaştırmalara göre daha iyi sonuçlar verir ( Erbaş ve Olmuş, 2006: 7-8)

En basit ve en çok kullanılan blok tasarımlarından birisi rastgele tam blok RCB ( Randomized Complete Block Designs) tasarımlarıdır. RCB tasarımında her deneme her blokta tam olarak bir kere bulunur. $k$ blok büyüklüğü, $v$ deneme sayısını göstermek üzere deneme sayısı ve blok büyüklüğü eşittir. Her bloğa deneme birimleri rastgele atanır ve tekrar sayısı $r$, blok sayısı $b$ ye eşittir.

Diğer bir tasarım ise dengeli tamamlanmamış blok BIBD (Balanced Incomplete Block Designs) tasarımlarıdır. BIBD tasarımlarında deneme sayısı blok büyüklüğünden $(v < k)$ büyüktür ve hereneme çifti eşit sayıdadır. BIBD tasarımları özellikle deneme sayılarının büyük olduğu durumlarda yararlıdır. Ancak BIBD tasarımları belli parametreler için oluşturulabildiğinden dolayı uygulayıcıların bazen deneme sayılarını bazen uygun blok büyüklüklerini ayarlamaları gerekir. Bu nedenle bazı problemlerde kısmi tamamlanmamış dengeli blok tasarımları (PBIBD) oluşturulur (Kutner vd.,2005:1173-1177) . Ayrıca bazı uygulamalarda BIBD tasarımlarından elde edilen varyans dengeli blok tasarımları da kullanılmaktadır.

## 1. BIBD Tasarım Blokları ve Analizi

$X$, $v$ elemanlı bir küme ve $X$ in $k$ elemanlı alt kümlerinden oluşan blokların kümesi $B$ olsun. $r$ herhangi bir $x \in X$ elemanını içeren blokların sayısını ve $\lambda$ herhangi farklı $x, y \in X$ elamanını içeren blokların sayısını göstermek üzere oluşturulan tasarımlara BIBD (Balanced Incomplete Block Design) veya $(v, b, r, k, \lambda) - tasarım$ denir.

**Teorem 1 (Fisher) :** $v, b, r, k$ $ve$ $\lambda$ BIBD tasarımlarının parametreleri olmak üzere,

$vr = bk$ ve $\lambda(v-1) = r(k-1)$

koşullarını sağlar (Özkan ve Küçükçiftçi,2004: 29-30).Teorem 1 de verilen koşullar gereklidir fakat yeterli değildir. Örneğin (22, 33, 12, 8, 4) parametreleri yukarıdaki koşulları sağlar. Ancak böyle bir BIBD tasarımının olup olmadığı henüz gösterilememiştir.

**Oluşum matrisi:** Tasarımın blokları $B_1, B_2, \cdots, B_b$ ve noktaların kümesi $P_1, P_2, \cdots, P_v$ olsun. $N = (n_{ij})_{v\mathrm{x}b}$ matrisinin i.satır ve j.sütundaki elemanı $P_i$ noktası $B_j$ bloğunda ise 1 aksi takdirde 0 olacak şekilde tanımlansın. Bu şekilde oluşturulan matrise tasarımın oluşum matrisi denir.

$R = diag(r_1, r_2, \cdots, r_v)$ $v\mathrm{x}v$ boyutlu bir köşegen matris $K = diag(k_1, k_2, \cdots, k_b)$ $b\mathrm{x}b$ boyutlu bir köşegen matrisi göstermek üzere enformasyon matrisi $C = R - NK^{-1}N^t$ ve $NN^t = (r-\lambda)I_v + \lambda 1_v 1_v^t$ şeklindedir. Burada $I_v$ $v\mathrm{x}v$ boyutlu birim matris, $1_v$ $v\mathrm{x}1$ boyutlu bütün elemanları 1 olan bir matristir.

$X = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ ve $B$ tasarım blokları $B_1 = \{1, 2, 3\}$ $B_2 = \{1, 4, 5\}$ $B_3 = \{1, 6, 7\}$ $B_4 = \{2, 4, 6\}$ $B_5 = \{2, 5, 7\}$ $B_6 = \{3,4, 7\}$ $B_7 = \{3, 5, 6\}$ olmak üzere (7,7,3,2,1) tasarımın blok büyüklüğü $k = 3$, tekrar sayısı $r = 3$ ve her bir eleman çiftini birlikte bulunduğu blok sayısı $\lambda = 1$ olan bir BIBD tasarımıdır ve tasarım oluşum matrisi $N$ aşağıdaki şekildedir.

$$v = 7, \quad b = 7, \quad r = 3, \quad k = 3 \ \ ve \ \ \lambda = 1$$

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{ccccccc} B_1 & B_2 & B_3 & B_4 & B_5 & B_6 & B_7 \end{array} \\ \begin{array}{r} 1 \\ 2 \\ 3 \\ N=4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \end{array} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

$v = 5$ , $b = 10$ , $r = 6$ , $k = 3$ , $\lambda = 3$ için (5,10,6,3,3) BIBD tasarım blokları $B_1 = \{1, 2, 3\}$ $B_2 = \{1, 3, 4\}$ $B_3 = \{1, 4, 5\}$ $B_4 = \{1, 2, 4\}$ $B_5 = \{1, 2, 5\}$ $B_6 = \{1, 3, 5\}$ $B_7 = \{2, 3, 4\}$ $B_8 = \{2, 3, 5\}$ $B_9 = \{2, 4, 5\}$ $B_{10} = \{3, 4, 5\}$ şeklindedir ve tasarımın oluşum matrisi,

$$v = 5, \quad b = 10, \quad r = 6, \quad k = 3 \ \ ve \ \ \lambda = 3$$

$$N = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

şeklindedir.

### 1.1 BIBD Tasarımlarının Analizi

Dengeli tamamlanmamış dengeli deney tasarımlarının analizleri oluşturulan modele göre varyans analizi sonuç tablosu yardımıyla incelenir. Hipotez testine göre F test istatiği kullanılarak istatiksel çıkarımlarda bulunulur ( Erbaş ve Olmuş, 2006: 141-145)

$v$ : Deneyde kullanılan denemelerin sayısı

$b$ : Deneydeki blokların sayısı

$r$ : Deney süresince herhangi bir denemenin tekrar sayısı

$k$ : Her bloktaki denemelerin sayısı

göstermek üzere toplam gözlem sayısı $n = b.k = v.r$ şeklinde ifade edilir.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \varepsilon_{ij} \quad \begin{matrix} i = 1,2,\cdots b \\ j = 1,2,\cdots,k \end{matrix}$$

Bu modelde,

$Y_{ij}$= j.denemede i.bloktaki gözlem değeri

$\mu$ =Genel ortalama

$\beta_i$ =i.blok etkisi

$\alpha_j$ =j.denemenin etkisi

$\varepsilon_{ij} \sim IND(0\,,\sigma_\varepsilon^2)$ hata terimidir.

**Tablo 1 :** *Dengeli tamamlanmamış dengeli deney tasarım blokları için varyans analiz sonuç tablosu*

| **Değişimin Kaynağı** | **Sd** Serbestlik derecesi | **KT** Kareler toplamı | KO Kareler ortalaması | F F testi |
|---|---|---|---|---|
| Deneme (düzeltilmiş) | $v$–1 | KT | KO | KO(deneme)/KO(hata) |
| Blok | $b$–1 | KT | KO | |
| Hata | $n$– $v$–$b$–1 | KT | KO | |
| Genel | $n$–1 | KT | | |

## 2 .BIBD Tasarım İnşaları

BIBD tasarımları için geliştirilmiş bir çok algoritma vardır. Bunlardan bir tanesi fark kümelerini kullanmaktır. Fark kümeleri simetrik tasarımlar için kullanılır. Simetrik BIBD tasarımlarında fark kümeleri yardımıyla bir başlangıç bloğu oluşturulduktan sonra diğer bloklar bu bloğa eklemeler yapılarak elde edilir.

### 2.1 Devirli Fark Kümeleri ile İnşa Algoritması

$D = \{d_1, d_2, \cdots, d_k\}$ $mod^{v}$ ye göre oluşturulan bir k elemanlı bir küme olsun. $D$ kümesinin bir $(v, k, \lambda)$ alt kümesi verilsin. Eğer $\{1, 2, \cdots, v-1\}$ kümesinin elemanları $D$ kümesinin elamanları farkı olarak $d_i - d_j$ $mod\ v$ biçiminde tam olarak $\lambda$ farklı şekilde yazılabiliyorsa $(v, k, \lambda)$ kümesine devirli bir fark kümesi adı verilir. Fark kümesinin mertebesi ise $n = k - \lambda$ dir.

**Teorem 2 :** $G$, $k < v$ olmak üzere elemanları $\lambda$ fark kümelerinden oluşan $D$ kümesini oluşturmak üzere $v$ mertebeli toplamsal grubu olsun. Bu takdirde $(v, k, \lambda)$ için simetrik bir tasarım vardır. Bu $G$ grubuna da Singer grubu denir. (Huges and Piper ,1985: 61-62)

http://www.ccrwest.org/diffsets.html web sitesinde bir çok parametre için devirli fark kümeleri ve mertebeleri verilmiştir. Tablo 2 de bazı parametreler için fark kümeleri gösterilmiştir.

**Tablo 2 :** *Devirli fark kümeleri*

| $v$ | $k$ | $\lambda$ | $n$ | Devirli fark kümesi |
|---|---|---|---|---|
| 7 | 3 | 1 | 2 | 1 2 4 |
| 11 | 5 | 2 | 3 | 1 3 4 5 9 |
| 13 | 4 | 1 | 3 | 0 1 3 9 |
| 21 | 5 | 1 | 4 | 3 6 7 12 14 |
| 19 | 9 | 4 | 5 | 1 4 5 6 7 9 11 16 17 |

Buna göre $(7, 7, 3, 3, 1)$ parametreli BIBD tasarımı $(1, 2, 4)$ devirli fark kümesi olmak üzere $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ kümesinin elemanları $mod$ 7 ye göre $(1, 2, 4)$ devirli fark kümesinin farkları olarak aşağıdaki şekilde olacaktır.

| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
|---|---|---|---|---|---|
| 2-1 | 4-2 | 4-1 | 1-4 | 2-4 | 1-2 |

$B_1 = \{1,2,4\}$ kümesinin her bir elemanına $mod\, 7$ ye göre 1 ekleyelim. Buna göre $(7,7,3,3,1)$ tasarımının blokları $B_2 = \{2,3,5\}$ $B_3 = \{3,4,6\}$ $B_4 = \{4,5,7\}$ $B_5 = \{5,6,1\}$ $B_6 = \{6,7,2\}$ $B_7 = \{7,1,3\}$ $B_7 = \{7,1,3\}$ şeklinde elde edilir.

## 2.2 Varyans Dengeli Blok Tasarımı

Bir başka tasarım oluşturma algoritması ise şu şekildedir: $A = (a_{st})_{mxp}$ ve $B = (b_{zl})_{mxq}$ matrisleri verilsin. $A$ ve $B$ matrislerinin özel olarak tanımlanmış matris çarpımı, $D = A * B = (d_{sl})_{mx(pq)}$ şeklinde tanımlansın. Burada $d_{sl} = a_{st} x\, b_{zl}$ şeklindedir ve $s = 1,2,\cdots,m$ $t = 1,2,\cdots,p$ $z = 1,2,\cdots,q$ olmak üzere $l$ sayısı $(t-1)q+z$ 'ye eşittir.

$N_i$ $(i = 1,2)$ parametreleri $v, b_i, r_i, k_i, \lambda_i$ olan BIBD tasarımlarının oluşum matrisleri olmak üzere $N = N_1 * N_2$ çarpımı yardımıyla varyans dengeli blok tasarımları elde edilebilir.

**Teorem 3:** $N_1$ parametreleri $v$, $b_1 = \frac{v\,(v-1)}{2}$, $r_1 = v-1$ , $k_1 = 2$ ve $\lambda_1 = 1$ olan BIBD tasarımının oluşum matrisi, $N_2$ parametreleri

$v = b_2$, $r_2 = k_2 = v-1$ ve $\lambda_2 = v-2$ olan BIBD tasarımının oluşum matrisi olsun Bu taktirde parametreleri $v$, $b = \frac{v^2(v-1)}{2}$, $r = (v-1)^2$ , $k = \begin{bmatrix} 21_{\frac{v(v-1)(v-2)}{2}} \\ 1_{v(v-1)} \end{bmatrix}$ ve $b^* = \frac{v(v+1)}{2}$ olan

$N = N_1 * N_2$ şeklinde varyans dengeli blok (VB) tasarımı vardır (Ceranka and Graczyk ( 2008): 3-7)

$N_1$ parametreleri $v = 4$, $b_1 = 6$ , $r_1 = 3$ , $k_1 = 2$ ve $\lambda_1 = 1$ olan BIBD tasarımının oluşum matrisi, $N_2$ parametreleri $v = 4$, $b_2 = 4$ , $r_2 = 3$, $k_2 = 3$ ve $\lambda_2 = 2$ olan BIBD tasarımının oluşum matrisi olmak üzere parametreleri $v = 4$ , $b = 24$ , $r = 9$ , $k = \begin{bmatrix} 21_{12} \\ 1_{12} \end{bmatrix}$ ve $b^* = 10$ şeklinde varyans dengeli blok tasarımının $N$ oluşum matrisi aşağıdaki gibi olur (Ceranka and Graczyk ( 2008): 6).

$$N = \begin{bmatrix} 1&1&1&0&0&0&0&0&1&1&1&0&0&0&0&0&1&1&1&0&0&0&0&0 \\ 1&1&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&1&1&0&1&0&0&0&0&1&1&0&1 \\ 0&0&0&0&1&0&1&1&1&0&0&1&1&0&0&0&0&0&0&0&1&0&1&1 \\ 0&0&0&0&0&1&1&1&0&0&0&0&0&1&1&1&0&1&1&1&0&0&0&0 \end{bmatrix}$$

## 2.3 Greedy Algoritması ve (63,651,3,3,1) Tasarımının İnşaşı

BIBD bir tasarımları için kullanılan diğer bir tasarım algoritması ise Greedy algoritmasıdır. Greedy algoritmasında $v$ elemanlı bir kümenin k elemanlı alt kümelerini belirli bir sıraya göre sıraladıktan sonra sıralanmış olan kümeden herhangi bir blok alınarak $v$ elemanlı kümenin t elemanlı alt kümelerinden ne kadarını temsil edildiği belirlenerek ilgili blok tasarımı eklenir. Bu işleme ardışık olarak devam edilir. Greedy algortimasında kümenin elemanlarının sırası önemlidir ve küme sıralamasında lexicographic ,colex ve gray gibi sıralanışlar kullanılmaktadır (Gordon vd. , 1995 : 269-275)

**1.Adım :** $v$ elemanlı $X$ kümesinin $k$ elemanlı alt kümeleri ve $m$ elemanlı altkümeleri lexicographic olarak listelenir.

**2.Adım :** $k$ elemanlı alt kümelerden birinci blok seçilerek $m$ elemanlı alt kümelerden $t$ adedi ile ortak olanlar belirlenerek ilgili blok tasarıma eklenir. $k$ elemanlı alt kümelerle $t$ adedi ortak olan m elamanlı alt kümeler sıralamadan çıkarılır. Daha sonra yeni sıralamadaki blok alınarak bu işleme ardışık olarak devam edilir. $m$ elemanlı alt kümelerde karşılaştırılacak eleman kalmayınca algoritma durdurularak tasarım elde edilir.

$v = 63\,, b = 651,\ k = 3,\ r = 3\ ve\ \lambda = 1$ olmak üzere Greedy algoritması yardımıyla (63,651,3,3,1) dengeli tamamlanmamış deney tasarım bloğu elde edilmiştir. Algoritma uygulanırken ilk önce sıralamadaki ilk blok alınıp, bu bloğun temsil ettiği bloklar sıralamadan çıkarılmıştır. Daha sonra kalan sıralamadaki ilk blok alınarak benzer işlemler tekrar edilmiştir. Sıralama herhangi blok kalmadığında algoritma durdurulmuştur. Tablo 3 de (63,651,3,3,1) parametreleri için elde edilen tasarım gösterilmiştir.

**Tablo 3 :** *(63,651,3,3,1 ) parametreli BIBD tasarım tablosu*

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 2 3 | 2 5 7 | 3 9 10 | 4 17 21 | 5 25 28 | 6 33 39 | 7 41 46 | 8 53 61 | 10 21 31 | 11 37 46 |
| 1 4 5 | 2 8 10 | 3 12 15 | 4 18 22 | 5 26 31 | 6 34 36 | 7 42 45 | 8 54 62 | 10 22 28 | 11 38 45 |
| 1 6 7 | 2 9 11 | 3 13 14 | 4 19 23 | 5 27 30 | 6 35 37 | 7 43 44 | 8 55 63 | 10 23 29 | 11 39 44 |
| 1 8 9 | 2 12 14 | 3 16 19 | 4 24 28 | 5 32 37 | 6 40 46 | 7 48 55 | 9 16 25 | 10 32 42 | 11 48 59 |
| 1 10 11 | 2 13 15 | 3 17 18 | 4 25 29 | 5 33 36 | 6 41 47 | 7 49 54 | 9 17 24 | 10 33 43 | 11 49 58 |
| 1 12 13 | 2 16 18 | 3 20 23 | 4 26 30 | 5 34 39 | 6 42 44 | 7 50 53 | 9 18 27 | 10 34 40 | 11 50 57 |
| 1 14 15 | 2 17 19 | 3 21 22 | 4 27 31 | 5 35 38 | 6 43 45 | 7 51 52 | 9 19 26 | 10 35 41 | 11 51 56 |
| 1 16 17 | 2 20 22 | 3 24 27 | 4 32 36 | 5 40 45 | 6 48 54 | 7 56 63 | 9 20 29 | 10 36 46 | 11 52 63 |
| 1 18 19 | 2 21 23 | 3 25 26 | 4 33 37 | 5 41 44 | 6 49 55 | 7 57 62 | 9 21 28 | 10 37 47 | 11 53 62 |
| 1 20 21 | 2 24 26 | 3 28 31 | 4 34 38 | 5 42 47 | 6 50 52 | 7 58 61 | 9 22 31 | 10 38 44 | 11 54 61 |
| 1 22 23 | 2 25 27 | 3 29 30 | 4 35 39 | 5 43 46 | 6 51 53 | 7 59 60 | 9 23 30 | 10 39 45 | 11 55 60 |
| 1 24 25 | 2 28 30 | 3 32 35 | 4 40 44 | 5 48 53 | 6 56 62 | 8 16 24 | 9 32 41 | 10 48 58 | 12 16 28 |
| 1 26 27 | 2 29 31 | 3 33 34 | 4 41 45 | 5 49 52 | 6 57 63 | 8 17 25 | 9 33 40 | 10 49 59 | 12 17 29 |
| 1 28 29 | 2 32 34 | 3 36 39 | 4 42 46 | 5 50 55 | 6 58 60 | 8 18 26 | 9 34 43 | 10 50 56 | 12 18 30 |
| 1 30 31 | 2 33 35 | 3 37 38 | 4 43 47 | 5 51 54 | 6 59 61 | 8 19 27 | 9 35 42 | 10 51 57 | 12 19 31 |
| 1 32 33 | 2 36 38 | 3 40 43 | 4 48 52 | 5 56 61 | 7 8 15 | 8 20 28 | 9 36 45 | 10 52 62 | 12 20 24 |
| 1 34 35 | 2 37 39 | 3 41 42 | 4 49 53 | 5 57 60 | 7 9 14 | 8 21 29 | 9 37 44 | 10 53 63 | 12 21 25 |
| 1 36 37 | 2 40 42 | 3 44 47 | 4 50 54 | 5 58 63 | 7 10 13 | 8 22 30 | 9 38 47 | 10 54 60 | 12 22 26 |
| 1 38 39 | 2 41 43 | 3 45 46 | 4 51 55 | 5 59 62 | 7 11 12 | 8 23 31 | 9 39 46 | 10 55 61 | 12 23 27 |
| 1 40 41 | 2 44 46 | 3 48 51 | 4 56 60 | 6 8 14 | 7 16 23 | 8 32 40 | 9 48 57 | 11 16 27 | 12 32 44 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 42 43 | 2 45 47 | 3 49 50 | 4 57 61 | 6 9 15 | 7 17 22 | 8 33 41 | 9 49 56 | 11 17 26 | 12 33 45 |
| 1 44 45 | 2 48 50 | 3 52 55 | 4 58 62 | 6 10 12 | 7 18 21 | 8 34 42 | 9 50 59 | 11 18 25 | 12 34 46 |
| 1 46 47 | 2 49 51 | 3 53 54 | 4 59 63 | 6 11 13 | 7 19 20 | 8 35 43 | 9 51 58 | 11 19 24 | 12 35 47 |
| 1 48 49 | 2 52 54 | 3 56 59 | 5 8 13 | 6 16 22 | 7 24 31 | 8 36 44 | 9 52 61 | 11 20 31 | 12 36 40 |
| 1 50 51 | 2 53 55 | 3 57 58 | 5 9 12 | 6 17 23 | 7 25 30 | 8 37 45 | 9 53 60 | 11 21 30 | 12 37 41 |
| 1 52 53 | 2 56 58 | 3 60 63 | 5 10 15 | 6 18 20 | 7 26 29 | 8 38 46 | 9 54 63 | 11 22 29 | 12 38 42 |
| 1 54 55 | 2 57 59 | 3 61 62 | 5 11 14 | 6 19 21 | 7 27 28 | 8 39 47 | 9 55 62 | 11 23 28 | 12 39 43 |
| 1 56 57 | 2 60 62 | 4 8 12 | 5 16 21 | 6 24 30 | 7 32 39 | 8 48 56 | 10 16 26 | 11 32 43 | 12 48 60 |
| 1 58 59 | 2 61 63 | 4 9 13 | 5 17 20 | 6 25 31 | 7 33 38 | 8 49 57 | 10 17 27 | 11 33 42 | 12 49 61 |
| 1 60 61 | 3 4 7 | 4 10 14 | 5 18 23 | 6 26 28 | 7 34 37 | 8 50 58 | 10 18 24 | 11 34 41 | 12 50 62 |
| 1 62 63 | 3 5 6 | 4 11 15 | 5 19 22 | 6 27 29 | 7 35 36 | 8 51 59 | 10 19 25 | 11 35 40 | 12 51 63 |
| 2 4 6 | 3 8 11 | 4 16 20 | 5 24 29 | 6 32 38 | 7 40 47 | 8 52 60 | 10 20 30 | 11 36 47 | 12 52 56 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 53 57 | 14 21 27 | 15 37 42 | 17 37 52 | 19 37 54 | 21 37 48 | 23 37 50 | 25 37 60 | 27 37 62 |
| 12 54 58 | 14 22 24 | 15 38 41 | 17 38 55 | 19 38 53 | 21 38 51 | 23 38 49 | 25 38 63 | 27 38 61 |
| 12 55 59 | 14 23 25 | 15 39 40 | 17 39 54 | 19 39 52 | 21 39 50 | 23 39 48 | 25 39 62 | 27 39 60 |
| 13 16 29 | 14 32 46 | 15 48 63 | 17 40 57 | 19 40 59 | 21 40 61 | 23 40 63 | 25 40 49 | 27 40 51 |
| 13 17 28 | 14 33 47 | 15 49 62 | 17 41 56 | 19 41 58 | 21 41 60 | 23 41 62 | 25 41 48 | 27 41 50 |
| 13 18 31 | 14 34 44 | 15 50 61 | 17 42 59 | 19 42 57 | 21 42 63 | 23 42 61 | 25 42 51 | 27 42 49 |
| 13 19 30 | 14 35 45 | 15 51 60 | 17 43 58 | 19 43 56 | 21 43 62 | 23 43 60 | 25 43 50 | 27 43 48 |
| 13 20 25 | 14 36 42 | 15 52 59 | 17 44 61 | 19 44 63 | 21 44 57 | 23 44 59 | 25 44 53 | 27 44 55 |
| 13 21 24 | 14 37 43 | 15 53 58 | 17 45 60 | 19 45 62 | 21 45 56 | 23 45 58 | 25 45 52 | 27 45 54 |
| 13 22 27 | 14 38 40 | 15 54 57 | 17 46 63 | 19 46 61 | 21 46 59 | 23 46 57 | 25 46 55 | 27 46 53 |
| 13 23 26 | 14 39 41 | 15 55 56 | 17 47 62 | 19 47 60 | 21 47 58 | 23 47 56 | 25 47 54 | 27 47 52 |
| 13 32 45 | 14 48 62 | 16 32 48 | 18 32 50 | 20 32 52 | 22 32 54 | 34 32 56 | 26 32 58 | 28 32 60 |
| 13 33 44 | 14 49 63 | 16 33 49 | 18 33 51 | 20 33 53 | 22 33 55 | 24 33 57 | 26 33 59 | 28 33 61 |
| 13 34 47 | 14 50 60 | 16 34 50 | 18 34 48 | 20 34 54 | 22 34 52 | 24 34 58 | 26 34 56 | 28 34 62 |
| 13 35 46 | 14 51 61 | 16 35 51 | 18 35 49 | 20 35 55 | 22 35 53 | 24 35 59 | 26 35 57 | 28 35 63 |
| 13 36 41 | 14 52 58 | 16 36 52 | 18 36 54 | 20 36 48 | 22 36 50 | 24 36 60 | 26 36 62 | 28 36 56 |
| 13 37 40 | 14 53 59 | 16 37 | 18 37 55 | 20 37 49 | 22 37 51 | 24 37 61 | 26 37 63 | 28 37 57 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 53 | | | | | | |
| 13 38 43 | 14 54 56 | 16 38 54 | 18 38 52 | 20 38 50 | 22 38 48 | 24 38 62 | 26 38 60 | 28 38 58 |
| 13 39 42 | 14 55 57 | 16 39 55 | 18 39 53 | 20 39 51 | 22 39 49 | 24 39 63 | 26 39 61 | 28 39 59 |
| 13 48 61 | 15 16 31 | 16 40 56 | 18 40 58 | 20 40 60 | 22 40 62 | 24 40 48 | 26 40 50 | 28 40 52 |
| 13 49 60 | 15 17 30 | 16 41 57 | 18 41 59 | 20 41 61 | 22 41 63 | 24 41 49 | 26 41 51 | 28 41 53 |
| 13 50 63 | 15 18 29 | 16 42 58 | 18 42 56 | 20 42 62 | 22 42 60 | 24 42 50 | 26 42 48 | 28 42 54 |
| 13 51 62 | 15 19 28 | 16 43 59 | 18 43 57 | 20 43 63 | 22 43 61 | 24 43 51 | 26 43 49 | 28 43 55 |
| 13 52 57 | 15 20 27 | 16 44 60 | 18 44 62 | 20 44 56 | 22 44 58 | 24 44 52 | 26 44 54 | 28 44 48 |
| 13 53 56 | 15 21 26 | 16 45 61 | 18 45 63 | 20 45 57 | 22 45 59 | 24 45 53 | 26 45 55 | 28 45 49 |
| 13 54 59 | 15 22 25 | 16 46 62 | 18 46 60 | 20 46 58 | 22 46 56 | 24 46 54 | 26 46 52 | 28 46 50 |
| 13 55 58 | 15 23 24 | 16 47 63 | 18 47 61 | 20 47 59 | 22 47 57 | 24 47 55 | 26 47 53 | 28 47 51 |
| 14 16 30 | 15 32 47 | 17 32 49 | 19 32 51 | 21 32 53 | 23 32 55 | 25 32 57 | 27 32 59 | 29 32 61 |
| 14 17 31 | 15 33 46 | 17 33 48 | 19 33 50 | 21 33 52 | 23 33 54 | 25 33 56 | 27 33 58 | 29 33 60 |
| 14 18 28 | 15 34 45 | 17 34 51 | 19 34 49 | 21 34 55 | 23 34 53 | 25 34 59 | 27 34 57 | 29 34 63 |
| 14 19 29 | 15 35 44 | 17 35 50 | 19 35 48 | 21 35 54 | 23 35 52 | 25 35 58 | 27 35 56 | 29 35 62 |
| 14 20 26 | 15 36 43 | 17 36 53 | 19 36 55 | 21 36 49 | 23 36 51 | 25 36 61 | 27 36 63 | 26 36 57 |

| | | |
|---|---|---|
| 29 37 56 | 30 39 57 | 31 37 58 |
| 29 38 59 | 30 40 54 | 31 38 57 |
| 29 39 58 | 30 41 55 | 31 39 56 |
| 29 40 53 | 30 42 52 | 31 40 55 |
| 29 41 52 | 30 43 53 | 31 41 54 |
| 29 42 55 | 30 44 50 | 31 42 53 |
| 29 43 54 | 30 45 51 | 31 43 52 |
| 29 44 49 | 30 46 48 | 31 44 51 |

| | | |
|---|---|---|
| 29 45 48 | 30 47 49 | 31 45 50 |
| 29 46 51 | 31 32 63 | 31 46 49 |
| 29 47 50 | 31 33 62 | 31 47 48 |
| 30 32 62 | 31 34 61 | |
| 30 33 63 | 31 35 60 | |
| 30 34 60 | 31 36 59 | |
| 30 35 61 | | |
| 30 36 58 | | |
| 30 37 59 | | |
| 30 38 56 | | |

**3.Sonuç**

BIBD tasarımları için çok çeşitli algoritmalar geliştirilmiştir. Fisher ve Yates küçük parametereler için BIBD tasarımları oluşturmuşlardır. Günümüzde bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte büyük parametreler için tasarımlar oluşturulmakta ve bu tasarımlar çeşitli Web sitelerinde arşivlenmektedir. Bu çalışmada parametreleri $v = 63$ , $b = 651$ , $r = 3$, $k = 3$ $ve$ $\lambda = 1$ olan (63,651,3,3,1) BIBD tasarımının Greedy algoritmasına göre inşası verilmiş ve elde edilen bu tasarım **www.ccrwest.org** web sitesine eklenmiştir.

Genel olarak $n \geq 2$ olmak üzere parametreleri $v = 2^n - 1$ , $b = \dfrac{v(v-1)}{2}$ , $r = 2^{n-1} - 1$ , $k = 3$ ve $\lambda = 1$ olan tasarımlar Greedy algoritmasıyla elde edilebilir. Ayrıca parametreleri $v = 2^n$ , $b = \dfrac{v(v-1)(v-2)}{24}$ , $r = \dfrac{(2^n - 1)(2^n - 2)}{6}$ , $k = 4$ ve $\lambda = 2^{n-1} - 1$ olan BIBD tasarımları da benzer bir algoritmayla elde edilebilir.

## Kaynakça

Ceranka B. and Graczyk M.( 2008), Some new constuction of variance Balanced Block Designs with repeated blocks, Metodoloski-zvezki,Vol. 5,No.1 ,1-8

Center for Communications Research , http://www.ccrwest.org/ erişim tarihi (10 Ağustos 2015)

Colbourn C.J and Dinitz J.H. (1996) , Handbook of Combinatorial Designs CRC Press

Dukes P., Lamken E. And Wilson R., Combinatorial Design Theory, http://www.birs.ca/birspages.php?task=displayevent&event_id=08w5098/final report/erişim tarihi ( 1 Şubat 2009)

Erbaş S.O. , Olmuş H. (2006) , Deney Düzenleri ve İstatistik Analizleri Gazi Kitabevi

Gordon D.M. , Kuperberg G. , Patashnik O. (1995) , New Constructions for Combinatorial Designs , Wiley online library, 3(4) , 269-284

Hughes D.R and Piper F.C. (1985), Design theory , Cambridge University Press

Kutner M.H., Nachtsheim C.J., Neter J. and Li W. (2005) , Applied Linear Statistical Models , Mc Graw Hill International Edition.

Özkan S. , Küçükçifçi S. (2004) , Tasarımlar , Matematik Dünyası Kış, 28 -34