**BİLİMSEL ÇALIŞMALARDA GÜÇ ANALİZİ VE UYGUN ÖRNEK SAYISININ HESAPLANMASI**

**Güç analizi**

“Toplam kaç fare kesmemiz gerekiyor?”; “Kaç diz röntgeni lazım?”; “Kaçar hasta ameliyat edeceğiz?” veya “Kaç hastanın poliklinik kayıtlarına ulaşmamız lazım?”. Bir çalışma tasarlarken bu sorular mutlaka aklımızdan geçer.

Yanıt güç analizinde saklıdır. Güç kabaca bir çalışmanın bir etkiyi, farklılığı veya ilişkiyi gösterebilme konusundaki duyarlılığıdır. Başka bir deyişle gerçekten etki, fark veya ilişki varken, araştırma sonucunda bunu gösterebilme olasılığıdır.

Araştırmamız bir elektromanyetik detektör olsun. Araştırma sorumuz da detektörden geçen ziyaretçinin üzerinde silah olup olmadığı. İdeal olarak detektörümüzün gücünü ve hassasiyetini tabanca gibi bir silahı gösterecek kadar yüksek, ancak toka gibi küçük metalik cisimlerde sinyal vermeyecek kadar alçak bir ayarda tutmamız gerekir. Bu şekilde üzerinde silahlı ziyaretçiler saptanabilir (gerçek pozitif sonuç) ve diğer ziyaretçiler gereksiz yere incelenmeden (gerçek negatif sonuç) kontrolden geçebilir (bkz Tablo 1).

Eğer detektörümüzü çok açıp, çok hassas hale getirirsek birçok ziyaretçiyi gereksiz yere durdurmamız gerekir (yanlış pozitif sonuç) (bkz Tablo 1). Araştırmamızın çok güçlü olması gerçekten anlamlı bir etki, fark veya ilişki olmadığı halde yanlış olarak var sonucunu çıkarmamıza neden olabilir. Bu hata Tip I hata veya α hatası olarak adlandırılır (bkz Tablo 2).

Diğer taraftan detektörümüzü az açar ve çok duyarsızlaştırırsak sadece küçük metalik cisimlerde değil, silahlarda da sinyal vermeyecektir (bkz Tablo 1). Araştırmamızın gücü çok az olduğunda gerçekten anlamlı bir etki, fark veya ilişki olmasına rağmen yanlış olarak bunu gösteremeyiz (yanlış negatif sonuç) ve bu durum da Tip II hata veya β hatası olarak adlandırılır (bkz Tablo 2).

Başa dönersek çalışmanın gücü kabaca bir çalışmanın bir etkiyi, farklılığı veya ilişkiyi gösterebilme konusundaki duyarlılığıdır ve P = 1 – β olarak ifade edilir (bkz Tablo 2).

Konvansiyonel olarak α, yani yalancı pozitiflik hatasının 0.05 seviyesinde; β, yani yalancı negatiflik hatasının ise 0.20 seviyesinde tutulması amaçlanır. Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere α ve β hatalarını aynı anda azaltmak mümkün değildir. Çünkü α hatasını düşük tutmak, yani yalancı pozitifliği azaltmak β hatasını, yani yalancı negatifliği arttırır.

Gücü etkileyen diğer önemli bir etken araştırmada aranan etkinin, farkın veya ilişkinin büyüklüğüdür. Yakalamayı amaçladığımız silah ne kadar büyükse toka gibi masum küçük metalik cisimlerle karıştırılması da o kadar zor olacaktır. Diğer taraftan çok küçük bir silahı yakalamaya çalışıyorsak detektörümüzün birçok masum yolcuyu da rahatsız etmesi kaçınılmazdır. Aynı araştırmada etki büyüklüğünün artması β hatasını, yani yalancı negatifliği azaltırken araştırmanın gücünü arttırır.

Son olarak çalışmadaki denek sayısının arttırılması hem yalancı negatifliği (β hatası), hem de yalancı pozitifliği (α) azaltırken çalışmanın gücünü arttırır. Şu halde ne kadar fazla denek üzerinde yaparsak araştırmamızın duyarlılığı o kadar artacaktır, ancak ekonomi ve zaman kısıtlılıkları nedeniyle denek sayısını en uygun düzeyde tutmak gerekir: “ Yeterince çok, olabildiğince az”.

Denek sayısını çok arttırmanın, yani çalışmayı çok duyarlı hale getirmenin diğer bir sakıncası klinik açıdan önemi olmayan farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı bulunmasıdır. Constant skorundaki 2 puanlık bir fark (ör: 89’a 91, her iki grubun standart sapması 7) 40’ar hastalık 2 grup karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark değildir. Eğer aynı ortalamalar ve standart sapmalarla 100’er hastalık 2 grubu karşılaştırırsak istatistiksel olarak anlamlı bir fark buluruz. Bununla birlikte Constant skorunda 2 puanlık bir fark klinik açıdan önemli olmayabilir.

Bir çalışmada güç 2 aşamada saptanabilir: 1. Çalışma öncesinde, tasarım evresinde (a priori) ve 2. Çalışma sonrasında (post hoc). İdeal olan güç analizinin çalışma öncesinde yapılmasıdır. Prospektif olarak yapılan veya yapıldığı iddia edilen bir çalışmada tasarım aşamasında güç analizinin yapılmamış olması bilimsel dergi editörleri tarafından önemli bir çelişki ve eksiklik olarak algılanır.

Çalışma öncesinde yapılan güç analizi doğrudan gerekli örneklem büyüklüğünü hesaplamaya yöneliktir. Diğer taraftan çalışma sonrasında yapılan (post hoc) güç analizi kullanılan denek sayısı, etki boyutu ve kabul edilen tip I hata düzeyine göre çalışmanın gücünü gösterir. Baştaki detektör örneğimize dönecek olursak bu yaklaşım uçağa tüm yolcular bindikten sonra detektörümüzün silahlı yolcuları yakalama duyarlılığını geriye dönük olarak değerlendirmeye karşılık gelir. Güç yetersizse, uçaktaki yolcuları indirip tekrar aramak herkes için çok zahmetli olacaktır. Örnek sayısı tasarımın erken aşamasında belirlenmezse verilen tüm emekler boşa gidebilir ve çalışmanın yeni baştan tasarlanması gerekebilir.

Sekonder veri analizleri gibi bazı durumlarda denek sayısı çalışma tasarımı öncesinde sabit olabilir veya çalışmaya yeterli katılım sağlanamayabilir. Bu gibi durumlarda örnek sayısından geriye doğru çalışılarak belli bir güç (genellikle %80) için etki büyüklüğü veya saptanması hedeflenen belli bir etki büyüklüğü için çalışmanın gücü saptanır.

Şimdi basit örneklerle sıkça kullandığımız ***t-testi*** ve ***Ki kare*** ***testi***nde güç analizi uygulamasını inceleyeceğiz.

Öncelikle Analitik ve klinik çalışmalarda uygun örnek sayısı hesaplarken birkaç ortak basamak vardır:

1. Sıfır hipotezimizin ve tek veya çift yönlü alternatif hipotezimizin belirlenmesi,
2. Hipotezimizdeki değişkenlere göre uygun istatistik testin belirlenmesi,
3. Klinik açıdan anlamlı olabilecek farkın (ve değişkenliğinin) belirlenmesi,
4. Tip I (α) hatanın (yalancı pozitif sonuç alma şansı) ve Tip II (β) hatanın (yalancı negatif sonuç alma şansı) belirlenmesi,
5. Uygun tabloyardımıyla uygun örnek sayısının tahmin edilmesi

**t testi**

t testi 2 grubun sürekli değişkenlerin ortalamalarının karşılaştırmasında sıklıkla kullanılan bir testtir. t testi parametrik bir testtir. Parametrik, çünkü gruplardaki değişkenlerin dağılımlarının ortalama ve standart sapma *parametreleri* ile tanımlanabildiği durumlarda bu testten yararlanabiliriz. t testinin kullanılabilmesi için gruplardaki dağılımın normal olması (normal dağılım yerine çan eğrisi dağılımı veya gauss dağılımı ifadeleri de kullanılabilir), başka bir deyişle bir ortalama değer çevresinde paralel dağılım göstermeleri gerekir.

T testinin kullanılması öngörülen bir çalışmada:

1. Sıfır hipotezimizin ve tek veya çift yönlü alternatif hipotezimizin belirlenmesi,
2. Çalışma gruplarının sondurum ölçütü ortalamaları arasındaki klinik açıdan anlamlı olabilecek farkın (Etki boyutu (E)) belirlenmesi,
3. Standart sapma (S) olarak sondurum ölçütünün değişkenliğinin belirlenmesi,
4. Etki boyutunun, standart sapmaya oranı olarak Standardize etki boyutunun (E/S) hesaplanması.
5. Tip I (α) hatanın (yalancı pozitif sonuç alma şansı) ve Tip II (β) hatanın (yalancı negatif sonuç alma şansı) belirlenmesi gerekir.

Etki boyutu ve değişkenlik genellikle daha önce yayınlanmış çalışmalardan veya konuyla ilgili uzmanlara danışılarak öğrenilebilir. Örneğin distal radius kırıklarıyla ilgili çalışmalarda DASH skoru açısından 10 puanlık bir farkın son durum değerlendirmesinde klinik açıdan anlamlı bir farka karşılık geldiği kabul edilmektedir. Bazen sondurum ölçütünün standart sapmasını saptamak için küçük bir pilot çalışma yapılması gerekir. Sondurum ölçütünün sürekli bir değişkenin değişimi olduğu durumlarda bizzat sondurum ölçütünü değil, sondurum ölçütündeki bu değişim miktarının standart sapması kullanılmalıdır. Örneğin çalışma sırasında diz fleksiyon açıklığındaki artış derecesini değerlendiriyorsak, bu artış miktarının standart sapması kullanılmalıdır. Farkın standart sapması daha küçük olacak ve daha az örnek sayısı gerektirecektir.

Standardizasyon yani sondurum ölçütünün etki boyutunun standart deviasyon ile bölünmesi farklı değişkenlerin etki boyutlarının karşılaştırılmasını kolaylaştırır. Standardize etki boyutu büyüdükçe gerekli örneklem boyutu da küçülecektir. Birçok çalışmada görülen etki boyu 0.1 ile 0.5 arasındadır. Küçük etkilerin saptanması zorken, büyük etkiler genellikle açıkça gözükür.

Tablo 3’de çeşitli standardize etki büyüklükleri ve farklı α ve β hatalarına göre olması gereken örneklem büyüklüklerini bulabilirsiniz. Bu tabloyu kullanırken önce sol sütundan standardize etki büyüklüğünün satırı bulunur, ardından bu satırın istenen α ve β değerlerine denk gelen sütunla kesiştiği değerden gerekli örnek sayısı bulunur. Tablo 3 karşılaştırılan iki gruptaki örnek sayısının eşit olacağını varsayarak hazırlanmıştır. Bazen çalışmanın doğasına bağlı olarak gruplardaki denek sayısı farklı olabilir. Örneğin Bifosfanat kullanımı hikâyesi olan ve olmayan hastalardaki subtrokanterik femur kırıklarında intramedüller çivileme sonrasında kaynama süresini karşılaştıracağımız bir çalışmada bifosfanat kullanımı olmayan grupta daha çok hasta toplanacaktır. Asimetrik artışlarda, yani yalnızca bir grubun örnek sayısı artınca çalışmanın gücü yine artacaktır. Bununla birlikte bir gruptaki denek sayısını 2 kat, 3 kat, 4 kat ve giderek artan oranlarda arttırmak gücünü giderek daha az oranlarda arttırır.

Gelin şimdi t testini kullanacağımız bir çalışmada örnek sayısını hesaplayalım. Araştırma sorumuz 65 yaş üzerindeki parçalı, Neer Tip I humerus cerrahi boyun kırığı olan hastalarda konservatif ve cerrahi tedavi seçiminin fonksiyonel sonuçları nasıl etkileyeceği olsun. Çalışma sorumuzu da “hastanemizde tedavi edilen 65 yaş üzerindeki humerus üst uç kırıklı hastaların en az 12 aylık takip süresi sonundaki Constant skorları arasında fark var mı?” olarak belirleyelim. Literatürü taradığımızda daha önceki bir çalışmada 65 yaş üzerindeki hastalardaki Tip I humerus üst uç kırıklarının tedavisi sonrasında ortalama Constant skorunun 77, standart sapmasının 11 olarak bildirildiğini buluyoruz. Çalışmamızın yüzde %10 bir Constant farkını anlamlı bir fark olarak göstermesini istiyoruz. Buna göre 0.80’lk bir güç ve 2 yönlü 0.05 düzeyinde bir α hatası ile gruplarda en az kaçar hasta ile bu çalışmayı yapabiliriz?

1. Sıfır hipotezimiz: 65 yaş üzerindeki humerus cerrahi boyun kırıklarında konservatif ve cerrahi tedavinin Constant skoruna göre fonksiyonel sonuçları arasında bir fark yoktur. Alternatif hipotezimiz: konservatif ve cerrahi tedaviler arasında fark vardır, ancak hangi tedavinin üstün çıkacağını bilmiyoruz (iki taraflı t testi).
2. Etki büyüklüğü: Constant skorunda 7.7 puanlık farklılık (=77 puan X 10% (aradığımız fark))
3. Standart sapma: 11 puan
4. Standardize etki büyüklüğü: Etki büyüklüğü / Standart sapma = 7.7 / 11 = 0.7
5. α (iki yönlü) = 0.05; β = 1 – 0.80 = 0.20 (β = 1 – güç)

Tablomuzda standardize etki büyüklüğümüz olan 0.7 satırıyla α (iki yönlü) için 0.05, β için 0.20 kolonlarını kesiştirdiğimizde 34 sonucunu buluruz. Buna göre araştırma sorumuza yanıt bulmak için cerrahi olarak tedavi edilmiş 34 ve konservatif olarak tedavi edilmiş 34 tane 65 yaş üzerinde humerus üst uç kırığı olan hastaya ulaşılması gerekir. Arşiv taramalarında bu sayıya ulaşmak mümkün görünmüyorsa araştırmacılar çalışmanın tasarımını örneğin sadece daha büyük bir etki büyüklüğünü saptayacak şekilde değiştirmeyi deneyebilir.

T testini kullanırken eğer gruplarda 30’un üzerinde denek olacaksa α (iki yönlü) için 0.05 ve 0.80’lik bir güç için örnek sayısını hesaplamanın pratik bir formülü de vardır. Buna göre:

Örneklem sayısı (eşit büyüklükteki gruplar için) : 16 / (E/S)2 olarak hesaplanabilir.

Burada E/S standardize etki büyüklüğümüzdür.

Bu formüle göre yukarıdaki örneğimizde gerekli denek sayısı n = 16 / (0.7)2 = 32.65, yani 33 olarak bulunur.

**Ki Kare Testi**

Ki kare testi farklı gruplar arasındaki oranların karşılaştırılmasında sıklıkla kullanılan bir testtir. Burada değişkenler t testindeki gibi sürekli değerler yerine dikotom olarak adlandırılan var/yok, erkek/kadın, ölü/canlı, hasta/sağlıklı, siyah ırk/beyaz ırk gibi iki olası sonuca sahiptir. Değişkenlerimiz sürekli olmadığından t testindeki gibi ortalama ve standart sapma parametreleri ile özetlenemezler. Bunun yerine oranlar kullanılır.

Ki kare testinin kullanılabileceği örnek bir araştırma planı olarak antibiyotikli ve antibiyotiksiz primer total diz protezi uygulaması sonrasında protez enfeksiyonu gelişimi oranlarının karşılaştırılmasını gösterebiliriz.

Klinik bir çalışmada veya kohort çalışmasında etki büyüklüğü bir grupta (antibiyotiksiz sement) araştırılan sonucun (protez enfeksiyonu) görülme oranı (P1) ile, diğer grupta (antibiyotikli sement) görülme oranı (P2) arasındaki fark olarak hesaplanır. Vaka kontrol çalışmasında ise (P1) araştırılan sonucun (protez enfeksiyonu) görüldüğü kişiler arasında risk faktörünün (Antibiyotiksiz sement kullanımı) görülme oranı, P2 ise araştırılan sonucun görülmediği kişiler arasında risk faktörünün görülme oranıdır.

Ki kare testinin kullanılacağı bir çalışmada gerekli denek sayısını saptamak için:

1. Sıfır hipotezinin ve alternatif hipotezin tek veya çift yönlü olacağının belirlenmesi,
2. Etki büyüklüğünün ve değişkenliğinin gruplardaki P1 ve P2 oranlarına göre belirlenmesi ve
3. α ve β değerlerinin belirlenmesi gerekir.

Tablo 4’te farklı α, β, P1 ve P2 kombinasyonları için gereken denek sayıları verilmektedir. Örneklem büyüklüğünü saptamak için en soldaki kolonda P1 ve P2 değerlerinden en küçük olanına en yakın değerin satırını bulun. Ardından bu satırı P1 ve P2 farkının sütunu ile kesiştirin. Kesişme yerindeki 3 sayıdan α ve β değerlerinize uyan sayı denek sayınızı verecektir.

Örnek olarak primer omuz artrozu ve romatoid artrit zemininde total omuz artroplastisi uygulanan hastalar arasında 15 yıl içinde glenoid komponent gevşeme görülme oranlarını karşılaştırmak isteyelim. Literatür taramamızda primer omuz artrozu zemininde 15 yılda glenoid komponent gevşeme görülme oranını %20 olarak buluyoruz. α (iki yönlü) 0.05 ve çalışmanın gücü 0.80 olacak şekilde romatoid artritli hastalarda primer omuz artrozlu hastalarda %10 oranında farklı bir gevşeme oranını saptayabilmek için çalışmayı kaçar hasta ile tasarlamamız gerekir?

1. Sıfır hipotezi: primer omuz artrozu ve romatoid artrit zemininde total omuz artroplastisi uygulanan hastalardaki 15 yıl takipte glenoid komponent gevşeme görülme oranlarını arasında fark yoktur. Alternatif hipotez: romatoid artrit zemininde total omuz artroplastisi uygulanan hastalardaki 15 yıl takipte glenoid komponent gevşeme görülme oranı primer omuz artrozu nedeniyle total artroplasti uygulananlardan farklıdır.
2. P1 (primer omuz artrozunda glenoid komponent gevşeme oranı) = 0.20; P2 (romatoid artritte glenoid komponent gevşeme oranı) = 0.30. İkisi arasında küçük olan değer 0.20 ve iki oran arasındaki fark (P1 - P2) 0.10.
3. α (iki yönlü) = 0.05 ve β = 1 – 0.80 = 0.20.

Tablo 4’te sol kolonda 0.20 satırını seçip, 0.10 sütunuyla kesiştirdiğimizde α ve β değerlerimize uyan denek sayısını 313 olarak bulabiliriz. Şu halde araştırma sorumuza istediğimiz güç ve hata payı ile cevap verebilmek için her iki grupta ancak 313’er hasta ile bu çalışmayı yapmamız gerekir. Görüldüğü gibi bu çalışmanın tek merkezli olarak yapılması pratik gözükmemektedir.

Bu arada eğer literatürde oranlardan birinin yüksek veya alçak olduğuna dair yeterli kanıt varsa, yani çalışmamız için eğer romatoid artritteki glenoid komponent gevşeme oranının daha yüksek bulunacağını kabul edebiliyorsak tek yönlü α=0.05 alınarak her bir grup için gerekli denek sayısını 251 olarak buluruz.

Bu bölümde nispeten basit örneklerle güç analizi ve araştırmalarda örneklem sayısı saptamanın temel prensiplerini açıklamaya çalıştık. Bu bölüm iyi anlaşılsa da güç analizinin deneyim gerektiren ve her zaman profesyonel bir istatistikçiden destek alınarak değerlendirilmesi gereken bir konu olduğu unutulmamalıdır. Bu danışmanın çalışmanın başında yapılması araştırmanın yapılabilirliğinin belirlenmesi açısından büyük önem taşır.

Hepinize iyi çalışmalar diliyoruz.

**TABLOLAR**

**Tablo 1** – Bir detektörün silahlı veya silahsız ziyaretçileri denetlerken gücüne bağlı olarak vereceği sonuçları gösteren tablo. Kırmızı hücrede detektörün duyarlılığını, yani ziyaretçi silahlı iken silah var sinyali verme olasılığını görüyoruz. Bu duyarlılık detektörün gücü olup, P=1-β hatası olarak da ifade edilebilir.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | **GERÇEK DURUM** | |
| ***ZİYARETÇİ SİLAHLI*** | ***ZİYARETÇİ SİLAHSIZ*** |
| **DETEKTÖR**  **SONUCU** | ***SİLAH VAR*** | DOĞRU KARAR (GERÇEK +) | YANLIŞ KARAR (YANLIŞ +)  Tip I hata (α hatası) |
| ***SİLAH YOK*** | YANLIŞ KARAR (YANLIŞ -)  Tip II hata (β hatası) | DOĞRU KARAR (GERÇEK -) |
|  |  | DETEKTÖRÜN DUYARLILIĞI (GÜCÜ)=  GERÇEK + / (GERÇEK + ve YANLIŞ -) | DETEKTÖRÜN ÖZGÜLLÜĞÜ =  GERÇEK - / (YANLIŞ + ve GERÇEK -) |

**Tablo 2** – Bir çalışmanın bir etkiyi araştırırken gücüne bağlı olarak vereceği sonuçları gösteren tablo. Kırmızı hücrede çalışmanın duyarlılığını, yani yöntem gerçekten etkili iken bunu gösterebilme olasılığını görüyoruz. Bu duyarlılık çalışmanın gücü olup, P=1-β hatası olarak da ifade edilebilir.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | **GERÇEK DURUM** | |
| ***ETKİ / FARK VAR*** | ***ETKİ / FARK YOK*** |
| **ÇALIŞMA**  **SONUCU** | ***ETKİ /FARK***  ***VAR*** | DOĞRU KARAR (GERÇEK +) | YANLIŞ KARAR (YANLIŞ +)  Tip I hata (α hatası) |
| ***ETKİ/ FARK YOK*** | YANLIŞ KARAR (YANLIŞ -)  Tip II hata (β hatası) | DOĞRU KARAR (GERÇEK -) |
|  |  | ÇALIŞMANIN DUYARLILIĞI (GÜCÜ)=  GERÇEK + / (GERÇEK + ve YANLIŞ -) | ÇALIŞMANIN ÖZGÜLLÜĞÜ =  GERÇEK - / (YANLIŞ + ve GERÇEK -) |

**Tablo 3 –** İki grup ortalamasını t test ile karşılaştırırken öngörülen etki büyüklüğü ve α hatasına göre gerekli örneklem sayıları (E/S = standardize etki büyüklüğü; E = beklenen etki büyüklüğü; S= bağımlı değişkenin standart sapması).

**Tek yönlü α = 0.005 0.025 0.05**

**Çift yönlü α = 0.01 0.05 0.10**

**E/S 0.05 0.10 0.20 0.05 0.10 0.20 0.05 0.10 0.20**

**0.10** 3,565 2,978 2,338 2,600 2,103 1,571 2,166 1,714 1.238

**0.15** 1,586 1,325 1,040 1,157 935 699 963 762 551

**0.20** 893 746 586 651 527 394 542 429 310

**0.25** 572 478 376 417 338 253 347 275 199

**0.30** 398 333 262 290 235 176 242 191 139

**0.40** 225 188 148 164 133 100 136 108 78

**0.50** 145 121 96 105 86 64 88 70 51

**0.60** 101 85 67 74 60 45 61 49 36

**0.70** 75 63 50 55 44 34 45 36 26

**0.80** 58 49 39 42 34 26 35 28 21

**0.90** 46 39 21 34 27 21 28 22 16

**1.00** 38 32 26 27 23 17 23 18 14

**TABLO 4 –** Ki kare testi ile 2 grup arasında oranları karşılaştırırken gruplarda bulunması gereken denek sayısı (Pküçük:P1 ve P2 arasında küçük olan oran)

***Üst sıra: α=0.05 (tek yön) veya α=0. 10 (çift yön); β=0.20***

***Orta sıra: α=0.025 (tek yön) veya α=0.05 (çift yön); β=0.20***

***Alt sıra: α=0.025 (çift yön) veya α=0.05 (çift yön); β=0.10***

**P1 ve P2 arasındaki fark**

**P*küçük* 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50**

0.05 381 129 72 47 35 27 22 18 15 13

473 159 88 59 43 33 26 22 18 16

620 207 113 75 54 41 33 27 23 19

0.10 578 175 91 58 41 31 24 20 16 14

724 219 112 72 51 37 29 24 20 17

958 286 146 92 65 48 37 30 25 21

0.15 751 217 108 67 46 34 26 21 17 15

944 270 133 82 57 41 32 26 21 18

1,252 354 174 106 73 53 42 33 26 22

0.20 900 251 121 74 50 36 28 22 18 15

1,133 313 151 91 62 44 34 27 22 18

1,504 412 197 118 80 57 44 34 27 23

0.25 1,024 278 132 79 53 38 29 23 18 15

1,289 348 165 98 66 47 35 28 22 18

1,714 459 216 127 85 60 46 35 28 23

0.30 1,123 300 141 83 55 39 29 23 18 15

1,415 376 175 103 68 48 36 28 22 18

1,883 496 230 134 88 62 47 36 28 23

0.35 1,197 315 146 85 56 39 29 23 18 15

1,509 395 182 106 69 48 36 28 22 18

2,009 522 239 138 90 62 47 35 27 22

0.40 1,246 325 149 86 56 39 29 22 17 14

1,572 407 186 107 69 48 35 27 21 17

2,093 538 244 139 90 62 46 34 26 21

0.45 1,271 328 149 85 55 38 28 21 16 13

1,603 411 186 106 68 47 34 26 20 16

2,135 543 244 138 88 60 44 33 25 19

0.50 1,271 325 146 83 53 36 26 20 15 --

1,603 407 182 103 66 44 32 24 18 --

2,135 538 239 134 85 57 42 30 23 --

0.55 1,246 315 141 79 50 34 24 18 -- --

1,572 395 175 98 62 41 29 22 -- --

2,093 522 230 127 80 53 37 27 -- --

0.60 1,197 300 132 74 46 31 22 -- -- --

1,509 376 165 91 57 37 26 -- -- --

2,009 496 216 118 73 48 33 -- -- --

0.65 1,123 278 121 67 41 27 -- -- -- --

1,415 348 151 82 51 33 -- -- -- --

1,883 459 197 106 65 41 -- -- -- --

0.70 1,024 251 108 58 35 -- -- -- -- --

1,289 313 133 72 43 -- -- -- -- --

1,714 412 174 92 54 -- -- -- -- --

0.75 900 217 91 47 -- -- -- -- -- --

1,133 270 112 59 -- -- -- -- -- --

1,504 354 146 75 -- -- -- -- -- --

0.80 751 175 72 -- -- -- -- -- -- --

944 219 88 -- -- -- -- -- -- --

1,252 286 113 -- -- -- -- -- -- --

0.85 578 129 -- -- -- -- -- -- -- --

724 159 -- -- -- -- -- -- -- --

958 207 -- -- -- -- -- -- -- --

0.90 381 -- -- -- -- -- -- -- -- --

473 -- -- -- -- -- -- -- -- --

620 -- -- -- -- -- -- -- -- --